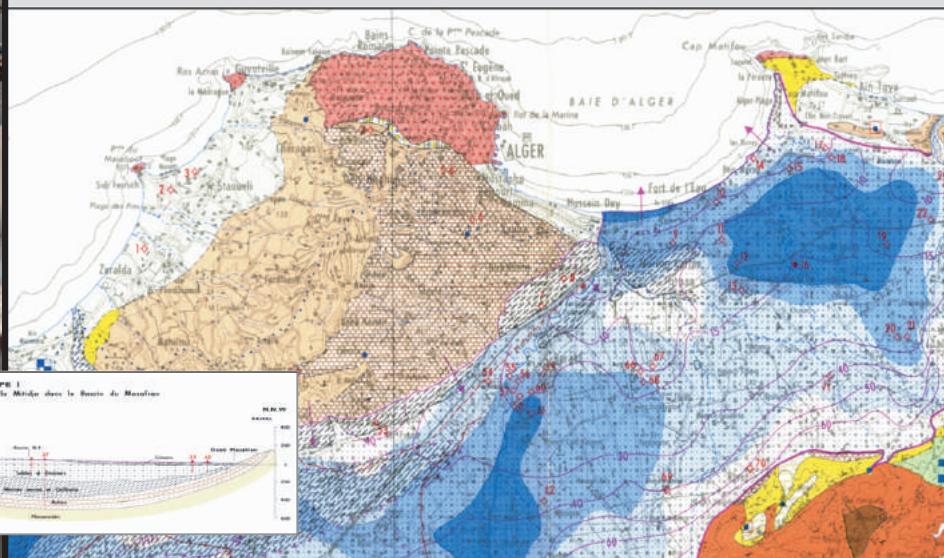


GUIDE

pour la conduite d'une étude géotechnique

- **MODALITÉS GÉNÉRALES D'ENCHAÎNEMENT D'UNE ÉTUDE GÉOTECHNIQUE**
- **PROGRAMME D'UNE ÉTUDE GÉOTECHNIQUE**
- **CONTENU D'UN RAPPORT D'ÉTUDE GÉOTECHNIQUE**
- **MODÈLE DE CAHIER DES CHARGES**



GUIDE
pour la conduite
d'une étude
géotechnique

Sommaire

CHAPITRE 1 : GENERALITES.....	3
1.1 OBJET	3
1.2 TEXTES DE REFERENCE	3
1.3 TERMES ET DEFINITIONS	3
CHAPITRE 2 : MODALITES GENERALES D'ENCHAINEMENT D'UNE ETUDE GEOTECHNIQUE.....	5
2.1 PREAMBULE.....	5
2.2 ETUDES GEOTECHNIQUES D'URBANISATION DE POS	5
2.2.1 Objectifs :	5
2.2.2 Processus d'enchaînement des études:.....	6
2.3 ETUDES GEOTECHNIQUES DE PROJETS DE CONSTRUCTION	6
2.3.1 ETUDES PRELIMINAIRES.....	6
2.3.1.1 Objectifs:.....	7
2.3.1.2 Processus d'enchaînement des études:.....	8
2.3.1.3 Cas particuliers :	8
2.3.1.3.1 Objectifs :	9
2.3.2 ETUDES DETAILLEES.....	9
2.3.2.1 Objectif :.....	10
2.3.2.2 Processus d'enchaînement des études:.....	10
2.4 DIAGNOSTICS GEOTECHNIQUES.....	11
2.4.1 Objectifs:.....	12
2.4.2 Processus d'enchaînement des études:.....	12
CHAPITRE 3 : PROGRAMME D'UNE ETUDE GEOTECHNIQUE	13
3.1 INTRODUCTION.....	13
3.2 ETUDES GEOTECHNIQUES D'URBANISATION DE POS	14
3.2.1 Contenu des phases.....	14
3.2.2 Consistance du programme (principes généraux).....	16
3.3 ETUDES GEOTECHNIQUES PRELIMINAIRES.....	18
3.4 ETUDES DETAILLEES	20
3.4.1 Sondages et essais in-situ	21
3.4.2 Essais en laboratoire.....	22
3.4.3 Recommandations sur la consistance des investigations géotechniques (programme minimal).23	

CHAPITRE 4 : CONTENU D'UN RAPPORT D'ETUDE GEOTECHNIQUE	26
4.1 Présentation et contenu d'un rapport d'étude géotechnique.....	26
4.1.1 Rapport d'étude géotechnique de POS	27
4.1.2 Rapport d'étude géotechnique préliminaire :	29
4.1.3 Rapport d'étude géotechnique détaillée (Essais et investigations) :	29
4.1.3.1 Rapport d'essais	29
4.1.3.2 Note de calcul des ouvrages géotechniques:.....	30
ANNEXE : MODELE DE CAHIER DES CHARGES	32

Liste des tableaux

Tableau 1. Processus d'enchaînement des études géotechniques de POS	6
Tableau 2. Processus d'enchaînement des études géotechniques préliminaires	8
Tableau 3. Processus d'enchaînement des études géotechniques préliminaires	9
Tableau 4. Processus d'enchaînement des études géotechniques détaillées	11
Tableau 5. Processus d'enchaînement des études géotechniques de diagnostic	13
Tableau 6. Programme minimal d'investigation des études géotechniques de POS.....	16
Tableau 7. Pertinence des techniques usuelles de reconnaissance	19
Tableau 8. Programme minimal des investigations préliminaires.....	19
Tableau 9. Efficacité des principaux moyens de reconnaissances en fonction de la nature des sols. ..	21
Tableau 10. Efficacité des principaux moyens de reconnaissances en fonction des caractéristiques recherchées.	21
Tableau 11. Domaine d'utilisation des essais de laboratoire.	22
Tableau 12. Fondations superficielles et profondes.	24
Tableau 13. Soutènements (H<10m) et voiries	25
Tableau 14. Stabilité des talus.....	26

CHAPITRE 1 : GENERALITES

1.1 OBJET

Le présent document a pour objet de définir le processus de déroulement et les principes généraux des programmes d'études géotechniques, le rôle et les limites d'intervention des différents acteurs et les rendus des études géotechniques dans le cadre de la réalisation des projets de logements, d'équipements publics et d'aménagement urbain.

Ce document se veut un référentiel pour aider les maîtres d'ouvrages et prescripteurs dans la rédaction de leurs cahiers des charges. Il est destiné à tous les intervenants dans l'acte de bâtir (maîtres d'ouvrages, maîtres d'œuvres, contrôleurs, laboratoires et ingénierie géotechnique), afin de contribuer à la maîtrise des risques géotechniques.

1.2 TEXTES DE REFERENCE

Les études géotechniques (investigations, essais, calcul, validation et contrôle) doivent être exécutées conformément aux exigences contenues dans les documents de références ci-après :

1- Textes législatifs

- Loi 90-29 du 01 Décembre 1990 relative à l'aménagement et l'urbanisme ;
- Loi n° 04.05 du 14 Août 2004, modifiant et complétant la loi n° 90.29
- Décret exécutif n° 91.178 du 28 Mai 1991, fixant les procédures d'élaboration et d'approbation des Plans d'Occupation des Sols ;
- Décret exécutif n° 05.318 du 10 Septembre 2005 modifiant et complétant le décret exécutif n°91.178 ;
- Décret Exécutif N° 16-224 du 22 août 2016 fixant les modalités de rémunération de la maîtrise d'œuvre en bâtiment ;
- Décret exécutif N° 02-68 du 06/02/2002 fixant les conditions d'ouverture et d'agrément des laboratoires d'analyses de la qualité.
- Arrêté ministériel du 11/07/2002 portant sur la nomenclature des activités et spécialités d'ingénierie du secteur du bâtiment soumises à agrément.

2- Règlements

- DTR B.C 2.32 « Méthodes de sondages et d'essais de sol » ;
- DTR B.C 2.33.1 « Règles de calcul des fondations superficielles » ;
- DTR B.C 2.33.2 « Méthodes de calcul des fondations profondes » ;
- DTR B.C 2.48 « Règles parasismiques algériennes –RPA 99/VERSION 2003 » ;
- DTR B.C 231 « Dénomination provisoire des sols et des roches » ;
- DTR B.C 21 « Principes généraux pour vérifier la sécurité des ouvrages » ;
- DTR B.E 1.1 « Travaux de sondages et d'essais de sols ».

3- Normes

- Normes Algériennes d'essais de sols et de reconnaissance.

1.3 TERMES ET DEFINITIONS

Agrément : Agrément laboratoire et/ou agrément études d'ingénierie géotechnique

Assistant technique : Personne physique ou morale titulaire d'un agrément.

Étude géotechnique : Toute prestation d'études et/ou d'essais géotechniques.

Expert en géotechnique : Personne physique ou morale suffisamment qualifiée et expérimentée qui réalise des prestations d'ingénierie géotechnique et/ou d'investigations géotechniques.

Géotechnique : L'ensemble des activités liées aux applications de la mécanique des sols, de la mécanique des roches et de la géologie de l'ingénieur. Elle englobe l'étude des propriétés mécaniques et physico-chimiques des sols et de l'interaction entre les terrains et les ouvrages environnants d'une part, l'ouvrage objet de la prestation du fait de sa réalisation et/ou de son exploitation d'autre part.

Hydrogéologie : Science de l'eau souterraine. Elle a notamment pour objectif la caractérisation des différents aquifères et l'étude de leur impact sur le milieu naturel et les ouvrages.

Investigations géotechniques : Ensemble des recherches et reconnaissances effectuées par l'utilisation des matériels de forages, sondages, mesures et essais géotechniques in situ et en laboratoire, mesures géophysiques, mis en œuvre pour recueillir des informations géologiques et géotechniques sur les sols et les roches d'un site, telles que leur nature, leur composition, leur structure et leur répartition spatiale, ainsi que leurs caractéristiques physiques et chimiques, géomécaniques et hydrogéologiques.

Laboratoire et/ou ingénierie géotechnique: Personne physique ou morale qui réalise des prestations d'investigations géotechniques et/ou de calcul géotechnique. Partie chargée de la réalisation d'une étude géotechnique, constitué par des équipes d'ingénieurs et de techniciens spécialisées dans les domaines de la géologie, de la mécanique des sols et des roches et qui maîtrisent les techniques de construction.

Maître d'ouvrage : Personne, physique ou morale, pour laquelle un projet est mis en œuvre et réalisé.

Maître d'œuvre : Personne, physique ou morale, qui réunit les conditions de qualifications professionnelles, les compétences techniques et les moyens nécessaires à l'exécution des opérations de maîtrise d'œuvre en bâtiment pour le compte du maître de l'ouvrage. Le maître d'œuvre peut être notamment un architecte ou un bureau d'études spécialisé ou pluridisciplinaire, agréé conformément à la législation en vigueur.

Ouvrages géotechniques : Ouvrages ou parties d'ouvrage assurant le transfert des interactions entre un ouvrage dans sa globalité et les terrains dans lequel il s'insère tels que les fondations (semelles, radiers, puits, pieux, barrettes, murs enterrés), les soutènements par tout procédé (murs préfabriqués, murs coulés en place, béton projeté,...etc.) et les aménagements de terrains par terrassement, talutages, modifications de pente, déblais, remblais, assises de dallage et de voirie.....etc.).

POS : Plan d'occupation des sols (POS) est un plan qui fixe les règles générales d'urbanisme et les servitudes d'utilisation des sols.

Risque géotechnique : Effet défavorable d'une incertitude géotechnique sur les objectifs du projet

Sondage : Exploration locale et méthodique d'un terrain à partir d'une excavation, d'un trou de forage, de la pénétration d'une sonde ou de l'utilisation de techniques physiques ou géophysiques pour en déterminer la nature, la structure ou effectuer des mesures de propriétés physiques ou chimiques, mécaniques ou hydrauliques.

CHAPITRE 2 : MODALITES GENERALES D'ENCHAINEMENT D'UNE ETUDE GEOTECHNIQUE

1.4 PREAMBULE

Une étude géotechnique d'un projet de construction ou d'aménagement doit se dérouler en respectant l'enchaînement des missions, précisé dans ce document.

Cet enchaînement doit être respecté par l'ensemble des intervenants dans l'acte de construire pour assurer une bonne réalisation d'un aménagement de site et/ou d'un ouvrage. Il doit être synchronisé autant que possible avec l'enchaînement des phases de conception et éventuellement de réalisation de l'ouvrage global selon l'importance et la complexité de ce dernier.

1.5 ETUDES GEOTECHNIQUES D'URBANISATION DE POS

1.5.1 Objectifs :

Les études géotechniques de POS ont pour objet de :

- Définir les conditions morphologiques, climatiques, géologiques, hydrogéologiques, géotechniques et sismiques du site étudié dans l'optique d'un aménagement urbain ;
- Identifier, analyser et si possible évaluer et cartographier les aléas technologiques (liés à l'intervention de l'homme comme le centre enfuter, gazoduc...) et naturels (compressibilité, gonflement, agressivité des sols, glissements, liquéfaction, inondation...) auxquels les sites sont exposés afin d'en tenir compte dans l'estimation de la capacité d'urbanisation du site étudié et pouvoir orienter utilement les instruments d'urbanisme, en précisant les conditions de constructibilité des zones en question ;
- Définir les conditions générales d'aptitude des sols à la construction pour répondre au besoin des maîtres d'ouvrages, en disposant des résultats du sous-sol et des cartes aisément accessibles ;

N.B : *Les résultats peuvent être illustrés par l'élaboration des cartes d'aptitudes vis-à-vis de la construction et des risques naturels dont l'intérêt est d'orienter les projets d'aménagement et d'urbanismes vers les zones les moins exposées à ces risques. Leur présentation doit être d'utilisation pratique par les aménageurs et les urbanistes.*

1.5.2 Processus d'enchaînement des études:

La réalisation de ces études s'effectuera en suivant le processus ci-après et résumé dans le tableau 1 :

- Le maître d'ouvrage (DUAC de wilaya), et après avoir délimité la zone à urbaniser, est tenu d'élaborer un cahier des charges, selon un programme de reconnaissance d'étude géotechnique prédéfini (Cf. §3-2 du présent document). Ce programme, qui doit répondre aux objectifs de l'étude cités plus-haut, peut être arrêté, si nécessaire, avec le concours d'un spécialiste (Laboratoire et/ou ingénierie géotechnique tiers) engagé dans le cadre d'une mission d'assistance technique à la maîtrise d'ouvrage ;
- Lancement de l'Avis d'Appel d'offres (ou consultation);
- Réalisation du programme de reconnaissance géotechnique et établissement des livrables par le laboratoire et/ou ingénierie géotechnique retenu ;
- Validation des résultats et les livrables de cette phase d'étude (rapports et cartes de constructibilité) par un organisme tiers.

Tableau 1.Processus d'enchaînement des études géotechniques de POS

Missions	Intervenants			
	Maître d'ouvrage	Laboratoire et/ou ingénierie géotechnique	Assistant technique	Organisme de validation
Elaboration du cahier des charges (modèle Annexe)	X		X	
Lancement de l'Avis d'appel d'offres (ou consultation)	X			
Réalisation de l'étude géotechnique				
1. Phase 1 : Etude préliminaire		X	X	
2. Phase 2 : Campagne d'investigation géotechnique complémentaire spécifique		X	X	
3. Phase 3 : Interprétation, analyse et conclusion		X	X	
Validation de l'étude géotechnique				X ¹
Exploitation des résultats (conclusions)	X		X	

X:Prend part au processus dans la limite de sa mission

1.6 ETUDES GEOTECHNIQUES DE PROJETS DE CONSTRUCTION

1.6.1 ETUDES PRELIMINAIRES

Pour tout projet de construction, le maître d'ouvrage est tenu d'engager une étude géotechnique préliminaire en vue de mieux cerner les risques géotechniques. Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS (consistance du programme de construction ou d'aménagement est définie) pour réduire les

¹ Cette tâche est confiée au CGS pour les projets situés en zones sismiques III, II_b, II_a et I. Pour la zone 0, il y a lieu de solliciter un organisme compétent en la matière.

conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées ou sur des instruments d'urbanisme lorsqu'ils existent.

Cette étude comporte :

- **Etape 1 :** Enquête documentaire visant à établir les connaissances géologiques et géotechniques disponibles sur le site et une visite du site et ses alentours (existants et avoisinants) ;
- **Etape 2 :** Investigation géotechnique (sondages et essais au laboratoire) ;
- **Etape 3 :** Rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements....etc.).

1.6.1.1 Objectifs:

Ces études préliminaires doivent être planifiées de façon à pouvoir obtenir des données suffisantes pour, lorsqu'il y a lieu :

- Evaluer la stabilité d'ensemble et la convenance générale du site ;
- Optimiser l'implantation des futurs ouvrages et leurs adaptation aux spécificités du site (niveaux porteurs, mode de fondations, opportunité ou non de créer des sous-sols,...) ou aboutir, le cas échéant, à une recommandation de changement de site ;
- Evaluer les effets éventuels des travaux envisagés sur le voisinage, tels que bâtiments, ouvrages et terrains voisins ;
- Examiner les méthodes de fondation et d'amélioration des terrains qu'il est possible d'utiliser ;
- Planifier les reconnaissances du sol nécessaires au dimensionnement et au contrôle, y compris l'identification de l'étendue des terrains qui peuvent exercer une influence majeure sur le comportement de l'ouvrage.

Il convient que la reconnaissance préliminaire du terrain fournisse des données, lorsqu'il y a lieu, sur :

- Un modèle géologique préliminaire (nature des couches du terrain (sol ou roche) leur stratification) et les spécificités géotechniques du site ;
- Une première identification des risques géologiques et géotechniques (proximité d'une faille active, zone inondable, sensibilité des sols aux tassements ou au gonflement, instabilité de versants, agressivités chimiques...);
- Le niveau de la nappe souterraine et les écoulements ;
- Des estimations préliminaires des propriétés de résistance et de déformabilité des sols et des roches.

1.6.1.2 Processus d'enchaînement des études:

- Le maître d'ouvrage avec le concours du maître d'œuvre ou son représentant (bureau d'études techniques), est tenu d'élaborer un cahier des charges, selon un programme de reconnaissance prédéfini (voir §3-3 du présent document) en collaboration avec l'organisme de contrôle technique CTC (si ce dernier est associé, dans le cadre d'un pré-contrôle, à la phase d'études d'esquisses et d'avant-projet) ;
- Le maître d'ouvrage procède au lancement de l'Avis d'Appel d'offres (ou consultation) selon le modèle (ci-joint) ;
- Le laboratoire et/ou ingénierie géotechnique, après sa désignation procède, à la réalisation du programme de reconnaissance, tel que défini dans le cahier des charges, et à l'élaboration du rapport d'étude.

N.B : *Sur la base de données suffisantes sur le site et ses avoisinants, convenablement justifiés dans un rapport technique, le laboratoire et/ou ingénierie géotechnique peut demander par le biais du maître de l'ouvrage, si nécessaire, un réajustement du programme de reconnaissance, en consultation avec le bureau d'étude concepteur et l'organisme de contrôle (CTC).*

Tableau 2. Processus d'enchaînement des études géotechniques préliminaires

Missions	Intervenants			
	Maître d'ouvrage	Laboratoire et/ou ingénierie géotechnique	Le maître d'œuvre ou BET	L'organisme de contrôle (CTC)
Définition du contenu du programme de reconnaissance	X		X	X
Elaboration du cahier des charges	X		X	
Lancement de l'avis d'appel d'offres (ou consultation)	X			
Réalisation du programme de reconnaissance et établissement du rapport		X		
Examen critique du rapport de sol			X	X
Exploitation et analyse des résultats et des conclusions	X		X	X
Orientations sur le mode des fondations envisageable.		X	X	
Définition du programme de reconnaissance pour les études géotechniques détaillées.		X	X	X

1.6.1.3 Cas particuliers :

En l'absence d'études géotechniques de POS probantes qui peuvent servir de données d'entrée pour les études préliminaires et pour certains sites spécifiques, le maître d'ouvrage est tenu, le plus en amont possible (avant lancement des études

d'esquisses et d'Avant-projet de la maîtrise d'œuvre), d'élaborer une étude géotechnique préliminaire.

Préalablement, donc au choix d'un maître d'œuvre, le maître d'ouvrage peut consulter directement un laboratoire et/ou ingénierie géotechnique pour réaliser une étude géotechnique préalable spécifique de faisabilité du site et dont la consistance du programme de construction n'est pas définie.

Cette étude comporte :

- **Etape 1 :** Enquête documentaire visant à établir les connaissances géologiques et géotechniques disponibles sur le site et une visite du site et ses alentours (existants et avoisinants) ;
- **Etape 2 :** Investigation géotechnique (sondages et essais en laboratoire) ;
- **Etape 3 :** Rapport de synthèse des données géotechniques donnant les principes généraux de construction envisageables.

1.6.1.3.1 Objectifs :

Cette étude permet de décrire un modèle géologique préliminaire et les spécificités géotechniques du site ainsi que d'établir une première identification des risques géotechniques majeurs.

- En prenant en compte le contexte géologique général du site, l'historique fourni par le maître d'ouvrage ou Laboratoire et/ou ingénierie géotechnique d'assistance technique des aménagements réalisés sur le site et aux alentours, ainsi que la présence d'avoisinants susceptibles d'être concernés ;
- En énonçant certaines recommandations en vue d'y implanter un ouvrage non encore défini, notamment les zones d'implantation préférentielles et les zones à éviter, la sensibilité des sols aux tassements, l'opportunité ou non de créer des sous-sols, les risques d'instabilité de versants et les risques naturels et technologiques.

Tableau 3. Processus d'enchaînement des études géotechniques préliminaires

Missions	Intervenants	
	Maître d'ouvrage	Laboratoire et/ou ingénierie géotechnique
Consultation	X	
Réalisation de l'étude géotechnique		X
Exploitation des résultats et conclusions	X	

1.6.2 ETUDES DETAILLEES

Ces études sont réalisées consécutivement aux études préliminaires. Elles comportent:

- **Etape 1 :** Investigation géotechnique (sondages et essais in-situ et en laboratoire);

- **Etape 2 :** Dimensionnement (calcul) des ouvrages géotechniques ;
- **Etape 3:** Rapport de synthèse des données géotechniques et dossiers graphiques.

1.6.2.1 Objectif :

- Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques issus de l'investigation objet de l'étape 1), de choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), et de notes de calcul de dimensionnement.

Les études portent sur :

- Les choix constructifs des ouvrages : terrassements, soutènements, fondations ;
- Les dispositions à prendre vis-à-vis des existants, des nappes, et des avoisinants ;
- Les aspects géotechniques en relation avec l'ouvrage (ou la partie d'ouvrage) étudié ;
- La classification du site vis-à-vis du risque sismique
- La nécessité des travaux notamment terrassements et/ou soutènements en relation avec les sous-sols ;
- Dans le cas des terrassements : les fouilles à talus (pentes, protections et autres dispositions), les fouilles à l'abri de soutènements, les méthodes types, le traitement du fond de fouille, la maîtrise de la nappe ou des venues d'eau ;
- Dans le cas des fondations : les dispositions à détailler pour les fondations superficielles (semelles isolées ou filantes, radiers) ou les fondations spéciales (puits, pieux...) ;
- Conséquences sur les choix constructifs : leur présence et leur comportement (stabilité, tassement) peuvent introduire des précautions supplémentaires telles que distances à respecter, influence des pompes ou rabattements, prise en compte de leurs charges (notamment pour la stabilité des talus de fouille et les soutènements) ;
- L'adéquation du site avec l'ouvrage proposé et le niveau de risque acceptable ;
- La sécurité par rapport aux états limites (par exemple, affaissement, gonflement, soulèvement, glissement des sols et massifs rocheux, flambement des pieux, etc.).

1.6.2.2 Processus d'enchaînement des études:

- La maîtrise d'œuvre (bureau d'études techniques) établit une note technique comportant la descente de charges en tête des ouvrages géotechniques et en interaction avec le sol et exploitation des résultats de l'étude géotechnique préliminaire ;

- Elaboration du cahier des charges ;
- Lancement de l’Avis d’Appel d’offres (ou consultation) selon le modèle (ci-joint) ;
- Réalisation du programme de reconnaissance géotechnique et établissement des livrables par le laboratoire et/ou ingénierie géotechnique retenu ; Etude géotechnique (essais d’investigation et de reconnaissance) ;
- Analyse, exploitation des résultats et établissement de dossiers graphiques;
- Examen critique de l’étude géotechnique.

N.B : *La collaboration du laboratoire et/ou ingénierie géotechnique avec la maîtrise d’œuvre a principalement pour objet d’étudier les interactions complexes entre le projet et son environnement géotechnique.*

Tableau 4. Processus d’enchaînement des études géotechniques détaillées

Missions	Intervenants				
	Maître d’ouvrage	Maître d’œuvre (BET)	Laboratoire et/ou ingénierie géotechnique		Organisme de contrôle (CTC)
			Essais	Calcul	
Calcul de descentes de charges en tête des parties d’ouvrages géotechniques en interaction avec le sol et exploitation des résultats de l’étude géotechnique préliminaire		X			
Elaboration du cahier des charges (modèle ci-joint) selon le programme défini dans la phase préliminaire	X	X			X
Lancement de l’Avis d’appel d’offres ou consultation	X				
Réalisation de l’étude géotechnique Etape 1 : Campagne d’investigation géotechnique Etape 2 : Interprétation des résultats et calcul Etape 3 : Rapport et dossier graphique			X	X	
Examen critique de l’étude géotechnique.					X
Validation de l’étude géotechnique		X			
Suivi (Phase des travaux d’ouvrages géotechniques), donnant un avis sur la conformité des hypothèses géotechniques aux conditions réellement rencontrées et validation d’éventuelles adaptations.		X	X	X	

1.7 DIAGNOSTICS GEOTECHNIQUES

La manifestation de désordres (fissures, tassements, glissement, cavités...etc.) après l’exploitation de l’ouvrage et parfois en cours des travaux serait, dans la plupart des cas, tributaire à la non-reconnaissance ou non-maturation des études géotechniques. Il est donc nécessaire de faire une étude, afin de déterminer les causes exactes et proposer les solutions adéquates de réparation, y compris les plans de reprise en sous œuvre selon les phases énumérées ci-après :

- **Etape1** : Collecte, valorisation et exploitation de toutes les études géotechniques existantes de POS et des projets réalisés;
- **Etape 2** : Définition, après diagnostic du cas pathologique, d'un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser et en exploiter les résultats;
- **Etape3** : Proposition de solutions éventuelles de réparation et élaboration de dossiers graphiques ainsi que le suivi et la supervision des travaux.

1.7.1 Objectifs:

Au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative et dans le cadre défini par le maître d'ouvrage, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques responsables d'une ou de plusieurs désordres ou pathologies constatés, dans le cadre d'une mission ponctuelle.

Ce diagnostic géotechnique réalisable pour un ouvrage existant avec désordre, précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour l'ouvrage existant.

Cette mission ne concerne strictement que l'ouvrage ou la partie d'ouvrage géotechnique spécifiée sans aucune implication dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.

1.7.2 Processus d'enchaînement des études:

- Le maître d'ouvrage et sur la base de documents probants élaborés par le maître d'œuvre ou l'organisme de contrôle attestant l'apparition de désordres au niveau des structures et qui sont liés au sol, peut solliciter un expert en géotechnique aux fins de diagnostic ;
- L'expert en géotechnique procédera, en première phase, à une enquête documentaire;
- A l'issue de l'exploitation des documents existants et la visite des lieux, un programme d'investigation est arrêté par l'expert ;
- Lancement de l'Avis d'Appel d'offres (ou consultation) d'un laboratoire d'essais géotechnique pour exécuter le programme prédéfini;
- Réalisation du programme de reconnaissance géotechnique et établissement des livrables par le laboratoire (résultats des essais de reconnaissance in-situ et au laboratoire) ;
- Analyse, exploitation des résultats et établissement de dossiers graphiques par l'expert;
- Validation et approbation des solutions de réparation éventuelles par le CTC ;
- Suivi et supervision des travaux éventuels de réparation.

Tableau 5.Processus d'enchaînement des études géotechniques de diagnostic

Missions	Intervenants				
	Maître d'ouvrage	Maitre d'œuvre (BET)	Expert en géotechnique	Laboratoire géotechnique	Organisme de Contrôle (CTC)
Consultation d'expert (s) en géotechnique	X				
Etude géotechnique (programme d'essais et d'investigations) Etape 1 : Enquête documentaire Etape2 : Visite des lieux et diagnostic Etape3 : Investigations		X X	X X	X	
Proposition de solutions éventuelles de réparation			X	X	
Validation et approbation des solutions de l'étude					X
Exploitation des résultats et conclusions	X	X			

CHAPITRE 3 : PROGRAMME D'UNE ETUDE GEOTECHNIQUE

1.8 INTRODUCTION

Les risques géotechniques sont liés à une connaissance partielle des caractéristiques géologiques, hydrogéologiques et géotechniques du site, susceptibles d'avoir des conséquences sur le comportement des ouvrages ou des aménagements. Ils dépendent donc des incertitudes, de la variabilité naturelle des paramètres et des accidents géologiques. Une bonne identification des risques impose donc nécessairement des investigations géotechniques suffisantes et pertinentes au regard des besoins des différentes phases de conception, voire des études d'exécution, ainsi qu'un suivi géotechnique en phase de travaux. Cette progressivité des investigations permet de réduire les incertitudes éventuelles.

Les reconnaissances de terrain doivent fournir une description des conditions de terrain pertinente pour les travaux proposés et établir une base pour l'évaluation des paramètres géotechniques pertinente pour toutes les étapes de la construction.

Les programmes portent à la fois sur la nature des investigations, sur le volume des investigations et sur l'extension des investigations (profondeur, périmètre à investiguer,...). Ils ne sauraient, en aucun cas, prévaloir sur les textes réglementaires en vigueur.

Un programme d'investigations géotechniques sur site doit comporter :

1. *Un plan d'implantation prévisionnelle des sondages et essais, à adapter éventuellement sur site.*
2. *La profondeur prévisionnelle des investigations, à adapter éventuellement en fonction des terrains rencontrés.*
3. *La densité des sondages à réaliser.*
4. *Les types de sondages, d'essais en place et de matériels à utiliser.*
5. *Les spécificités du mesurage piézométrique et hydrogéologique.*
6. *Les prélèvements d'échantillons et la description des essais en laboratoire prévus.*
7. *Les normes et règlements à appliquer.*

Un programme d'investigations sur site est complété par les programmes d'essais en laboratoire : essais d'identification, essais géo-mécaniques et géochimiques (agressivité des milieux vis-à-vis des ouvrages).

1.9 ETUDES GEOTECHNIQUES D'URBANISATION DE POS

1.9.1 Contenu des phases

1. Phase 1 : Etude préliminaire ou préalable

- Collecte, synthèse et exploitation des études géotechniques existantes (investigations bibliographiques) ;
- Visite et examen de site avec description précise des caractéristiques géomorphologiques, climatiques, géologiques hydrogéologique et sismique régionale et locale intégrant l'analyse des formations superficielles, la morphologie, réseau hydrographique, l'inventaire des points d'eau (sources d'eau, forages, puits), suivi de l'évolution des niveaux piézométriques, caractérisation des aquifères potentiels (porosité, perméabilité), recensement des eaux provenant des fuites d'AEP ou de rejets....
- Identification, analyse et cartographie préliminaire des aléas technologiques et aléas géologiques à l'échelle appropriée.
- Etablissement d'un rapport de phase (rapport de synthèse et ses annexes);
- Définir un programme d'investigation géotechnique complémentaire spécifique et son exécution.

Les rendus de la mission : Pièces graphiques (cartes de facteur d'aléa) à établir:

- Levé topographique géo-référencé à l'échelle appropriée en coordonnées UTM, rattaché au système altimétrique du Nivellement Général Algérien ;
- Carte de situation de POS sur fond topographique à l'échelle 1/25000 et sa position par rapport au PDAU ;
- Carte de pentes à l'échelle de POS, indiquant clairement les déclivités de terrains du site et leurs sens, avec une représentation 3D du site de POS ;
- Carte d'indice d'instabilité répertoriée ;

- Carte de réseau hydrographique et si possible carte hydrogéologique ;
- Carte de relevé géologique de l'assiette du POS ;
- Carte de positionnement de tous les points d'essais et sondages (réalisés, exploités et/ou préconisés) ;
- Carte d'aléas géologiques préliminaire.

N.B: *Toutes les cartes doivent être géo-référencées dans le même système projection locale de l'Algérie (coordonnées UTMou Nord saharaellipsoïde de référence WGS 84).*

2. Phase2 : Campagne d'investigation géotechnique complémentaire spécifique

La définition du programme d'investigations (implantation, nature et nombre des sondages et essais envisagés) est laissée à l'initiative des prestataires en tenant compte des objectifs de l'étude, l'étendu des sites proposés pour étude, les contextes géographique, climatique, géomorphologique de la wilaya et l'environnement géologique de la zone de POS. Le Laboratoire et/ou ingénierie géotechnique peut proposer toute variante sous réserves de garantir les résultats et d'atteindre les objectifs visés par les études. Les investigations comprendront entre autres :

- Réalisation des essais in situ et au laboratoire comprenant :
 - Sondage carotté ou sondages de reconnaissances (forage, puits, tranchées) ;
 - Des essais de laboratoire (essais d'identification physico-chimiques, détermination des caractéristiques mécaniques, essais de compressibilité, essais de cisaillement, essai au triaxial...) ;
 - Des essais in situ (essais pénétrométriques, pressiométriques, SPT, ...) ;
 - Essais géophysiques (down-Hole, cross-Hole, sismique réflexion, gravimétrie imagerie électrique, sismique réfraction...) ;
 - Equipement et suivi en inclinomètre ;
 - Les relevés et suivi piézométriques.
- Elaboration des profils et cartes lithologiques à l'échelle appropriée ;
- Analyse et interprétation des essais physiques, mécaniques et chimiques ;
- Etude de la résistance du sol, tassement prévisible des sols et susceptibilité du sol à la compressibilité et au retrait-gonflement ;
- Etablissement des cartes de facteurs d'aléa géologiques à l'échelle appropriée (carte des pentes, carte piézométrique, carte hydrologique, carte des formations superficielles, carte hydrogéologique...) ;
- Analyse et évaluation de la susceptibilité du site aux aléas géologiques (glissements de terrain, liquéfaction, inondabilité, effondrement...) (cartes de zoning) ;

- Rapport de mission et ses annexes (fiches de synthèse, pièces graphiques...).

3. Phase 3 : Interprétation, analyse et conclusion :

- Elaboration de la carte d'aptitude du sol aux fondations. Cette carte définira les différentes aptitudes du sol à la construction suivant un zonage géotechnique et les règles de constructibilité. Elle définira, entre autres, les aires inconstructibles et les aires constructibles moyennant des dispositions particulières et sera accompagnée d'un commentaire précis du zonage défini ;
- Elaboration de la carte de susceptibilité aux aléas géologiques à l'échelle appropriée. Cette carte devra traduire les conséquences prévisibles des aléas naturels sur les constructions et ouvrages ;
- Etablissement d'une carte d'aptitude (ou de constructibilité) aux travaux d'urbanisation et d'aménagement à l'échelle appropriée ;
- Rapport de synthèse détaillé de l'étude avec des recommandations techniques concernant l'aptitude et les conditions de constructibilité des sites et les solutions de traitement, de confortement et de stabilité du site.

1.9.2 Consistance du programme (principes généraux)

Le programme d'investigation (un minimum d'essais) à exécuter lors de la 2^e phase est résumé dans le tableau ci-après. Il peut être enrichi ou modifié en fonction des aléas rencontrés :

Tableau 6. Programme minimal d'investigation des études géotechniques de POS

Configuration générale des Terrains	Nature	Programme minimal d'investigation
<i>Terrain plat sans contraintes prévisibles</i>	<i>Terrain rocheux (ferme homogène)</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Un (01) sondage chaque 5 ha ; – Chaque sondage est étalé par 02 essais pénétrométriques dynamiques ; – La profondeur des sondages est comprise entre 10 et 20m ; – Un essai géophysique de type sismique ou tomographie électrique (profil) chaque 01 ha, avec un minimum de 05 profils et un maximum de 10, sauf nécessité ; – Un essai géophysique de type micro gravimétrie dans le cas de présence d'éventuels indices de cavités ; – Des essais mécaniques au laboratoire sur échantillons prélevés (RQD, dureté, fissuration, résistance en compression simple...) ; – Des essais d'identification physique au laboratoire sur échantillons prélevés ; – 1 sondage sur 3 doit être équipé de piézomètre pour le relevé du niveau d'eau ; – Des essais d'analyses chimiques Sols -Eaux ; – Un essai de perméabilité in situ de type Lugeon chaque 4 ha si pertinent.
	<i>Sol ferme, meuble à très meuble</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Un (01) sondage chaque 2 ha ; – Chaque sondage est étalé par 3 essais pénétrométriques dynamiques ;

		<ul style="list-style-type: none"> - Au moins 4 essais de pénétration statique; - La profondeur des sondages est comprise entre 20 et 30m; - Des essais pressiométriques de profondeur moyenne de 15 Mètres ; - Un essai géophysique de type électrique ou sismique chaque 4 ha ; - 1 sondage sur 2 doit être équipé de piézomètre pour le relevé du niveau d'eau ; - Des essais SPT pour 1 sondage sur 3 (tous 1.5 m) sur 30m de profondeur en présence des sols sableux et limoneux afin d'évaluer le potentiel de liquéfaction ; - Des essais d'identification physique et mécanique au laboratoire sur échantillons prélevés ; - Des essais d'analyses chimiques Sols -Eaux.
Terrain en pente	Sol rocheux (homogène)	<ul style="list-style-type: none"> - Un (01) sondage chaque 4 ha ; - Chaque sondage est étalé par 02 essais pénétrométriques ; - La profondeur des sondages est comprise entre 10 et 20m. Cette profondeur peut augmenter en fonction des problèmes pouvant être rencontrés sur site ou bien en fonction de la géologie locale ; - Un essai géophysique de type électrique ou sismique chaque 2 ha, avec un minimum de 4 essais et un maximum de 10, sauf nécessité ; - Un essai géophysique de type tomographie électrique (profil) chaque 01 ha, avec un minimum de 05 profils et un maximum de 10, sauf nécessité ; - Un essai géophysique de type micro gravimétrie dans le cas d'éventuelle présence des indices potentiels de cavité ; - Des essais mécaniques au laboratoire sur échantillons prélevés (RQD, dureté, fissuration, résistance en compression simple...); - Des essais d'identification physique au laboratoire sur échantillons prélevés ; - 1 sondage sur 3 doit être équipé de piézomètre pour le relevé du niveau d'eau ; - Un essai de perméabilité in situ de type Lugeon chaque 2 ha si pertinent.
	Sol ferme, meuble à très meuble	<ul style="list-style-type: none"> - Prévoir le tracé de 2 profils géotechniques pour une superficie < 10 ha et, au moins 3 profils pour une superficie > 10 ha qui comprendront pour chacun : <ul style="list-style-type: none"> • Minimum 3 sondages alignés dans le sens de la pente (sommet, centre et pied). - La profondeur des sondages est comprise

		<p>entre 20 et 30m, jusqu'à atteindre le substratum² pour au moins 3 sondages (en tout) ;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Chaque sondage est étalé par 3 essais pénétrométriques ; - Des essais pressiométriques de profondeur moyenne de 15 Mètres ; - Un essai géophysique chaque 5 ha ; - 1 sondage sur 2 sera équipé d'un tube inclinométrique pour le suivi d'éventuels mouvements gravitaires, le reste des sondages sera équipé de piézomètres pour le relevé du niveau d'eau ; - Des essais d'identification physique et mécanique au laboratoire sur échantillons prélevés ; - Des essais d'analyses chimiques Sols -Eaux.
--	--	---

N.B : Pour les besoins de classification des sites selon l'article 3.3.1 des RPA 99 (version 2003), il est recommandé un minimum de deux (02) sondages d'identification avec caractérisation des paramètres mécaniques (V_s , NSPT, Pression limite Pl ,) sur une profondeur minimale de 30m (sauf en présence de rocher).

Il convient de classer (classifier) le site selon la valeur moyenne de la vitesse des ondes de cisaillement sur les 30m supérieures ($V_{s, 30}$). Ce paramètre est le plus fiable pour la classification du site.

1.10 ETUDES GEOTECHNIQUES PRELIMINAIRES

Avant la mise en œuvre de la reconnaissance des sols proprement dite, il convient de procéder à une enquête préalable comprenant :

- L'examen des caractéristiques principales de l'existant (type de construction, existences de problèmes tels que fissures, tassements ...) ;
- La visite des lieux ; elle intéresse l'assiette réservée au projet et son voisinage immédiat. Une bonne observation permet à l'ingénieur de déceler des indices révélateurs sur la nature des sols et leur prédisposition à des problèmes particuliers (présence et nature des affleurements, présence de discontinuités, relief topographique, indices d'instabilité, présence d'eau et sa nature, type de végétation ...) ;
- L'analyse des documents susceptibles de fournir des informations sur le site, son environnement et sur le mode de fondation des ouvrages existants. (Cartes topographiques, géologiques et hydrogéologiques, photographies aériennes, rapports des études géotechniques établies dans la région d'étude) ;
- La consultation des personnes et riverains.

²**Substratum** : Formation géologique qui présente des bonnes caractéristiques géotechniques et une homogénéité, à la fois, spatiale (grande étendue) et temporelle (grande épaisseur).

L'enquête doit être menée avec beaucoup d'intérêts ; les informations et données recueillies aideront à orienter et définir le programme de reconnaissance à mettre en œuvre.

En étude géotechnique préalable, le programme des investigations géotechniques sera établi après analyse de la bibliographie et autres documents disponibles (cartes..., mais aussi expériences antérieures dans la zone), dans l'objectif d'identifier les risques géotechniques majeurs. Il prendra en charge la nature de l'ouvrage à réaliser et le contexte géologique, hydrogéologique et géotechnique.

Il est généralement prévu dans cette phase des moyens de reconnaissance rapides, d'essais mécaniques en laboratoire ou d'essais « in-situ » peu coûteux (pénétrömètre dynamique, SPT, forage à tarière...etc.).

Toutefois, l'analyse de la pertinence des techniques usuelles de reconnaissance préliminaires peut être résumée dans le tableau ci-après :

Tableau 7. Pertinence des techniques usuelles de reconnaissance

Objectifs recherchés	Sondages		Essais en laboratoire		Essais in-situ	
Géologique	Sondage carotté	R	Essais d'identification	R		
	Benoto	R				
	Pelle mécanique	R				
	Tarière Sondage destructif avec	S				
	échantillonnages	S				
Stratigraphie	Sondage carotté	R			Piézocône	S
	Benoto	R				
	Pelle mécanique	R				
	Tarière	S			Pénétrömètre statique	S
	Sondage destructif avec	S				
	échantillonnages	S				
Sondages destructifs avec diagraphies	Q	Pénétrömètre dynamique		S		
Identification, Classification, Réemploi	Echantillon intact ou remanié représentatif, prélevé dans les sondages précédents	R	Essais d'identification	R		
			Proctor, de traitements	R		

R : Recommandé

S : Satisfaisant

Q : Qualitatif

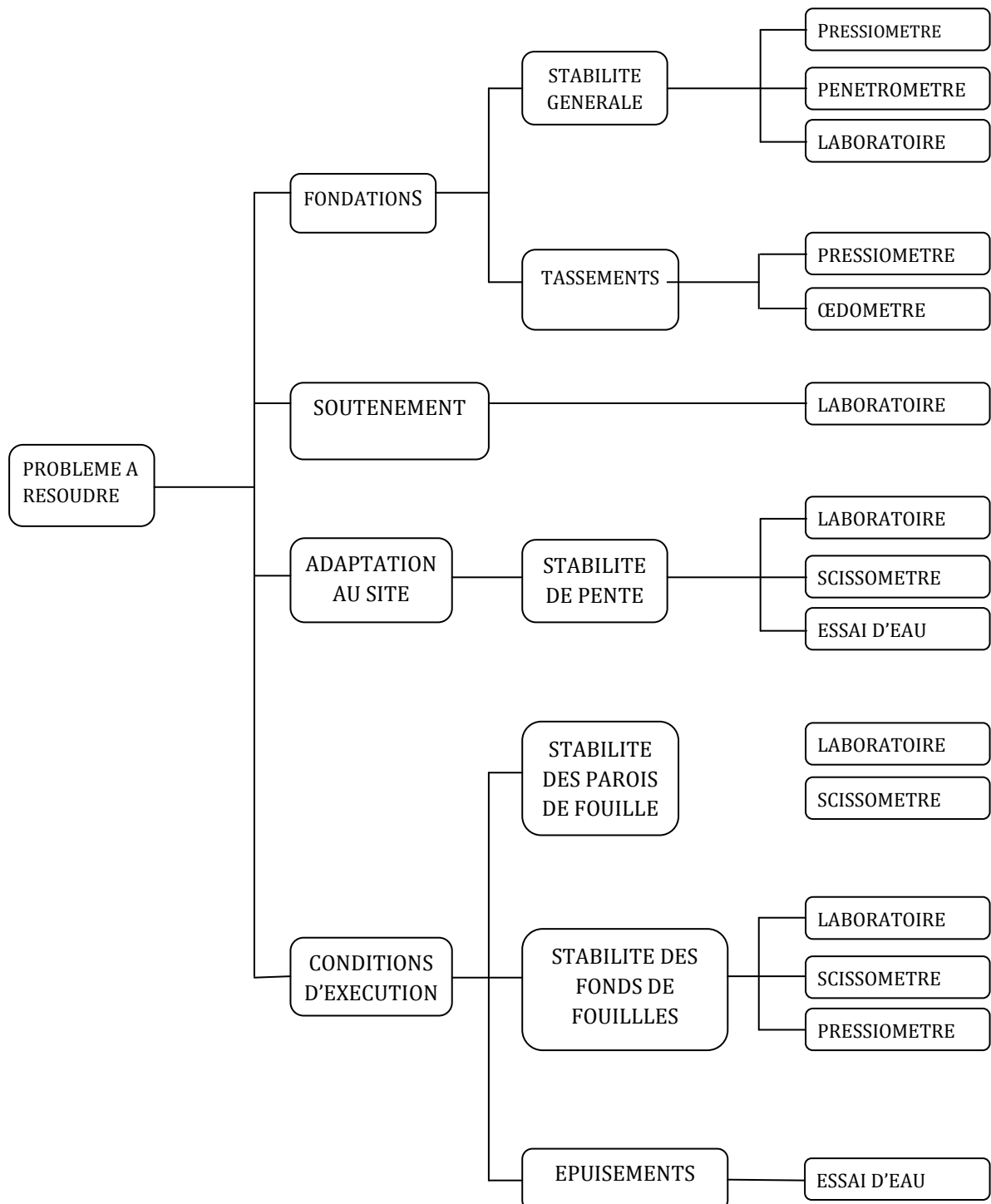
Tableau 8. Programme minimal des investigations préliminaires

PROJET	MAILLE
Bâtiment à usage d'habitation, administratif, éducatif, sanitaire ...etc.	1 point de reconnaissance tous les 500 m ² avec un minimum de 4 points et une distance maximale de 50 m entre points

1.11 ETUDES DETAILLEES

La reconnaissance géotechnique doit permettre de préciser la configuration générale de la zone étudiée, de définir les différentes couches du terrain du point de vue lithologique et épaisseur, puis de déterminer les caractéristiques géotechniques de chaque couche rencontrée. L'importance de la reconnaissance géotechnique et les méthodes de justification utilisées dépendent non seulement de la nature de l'ouvrage et des terrains (sols ou roches) rencontrés mais aussi de l'importance de l'ouvrage.

Le choix des méthodes de reconnaissance peut être résumé comme suit :



1.11.1 Sondages et essais in-situ

- Sondages de reconnaissance
- Essais géotechniques in-situ
- Essais géophysiques (prospection sismique, électrique, Essais de forages).

Tableau 9.Efficacité des principaux moyens de reconnaissances en fonction de la nature des sols.

Nature des Sols Moyens de reconnaissance		Sable pulvérulent	Alluvions grossières	Sols cohérents		Roche tendre ou altérée	Rocher franc
				Mous	Moyens à raides		
Sondages avec prélèvement d'échantillons intacts et essais en laboratoire	Sondage carotté	X	X	XX	XXX	XXX	XXX
	Puits à la pelle mécanique	-	XXX	XX	XXX	XX	-
	Sondage à la tarière	X	XX	XX	XXX	-	-
		NON VALABLE EN DESSOUS DE LA NAPPE (SAUF TARIERE A LA BENTONITE)					
ESSAIS IN SITU	Méthodes géophysiques	X	X	X	X	XX	XX
	Pénétrömètre dynamique	X	XX	X	X	X	--
	Pénétrömètre statique	XXX	---	XX	XX	-	-
	SPT	XX	X	X	X	X	-
	Pressiomètre	XX	XXX	X	XX	XX	-
	Scissomètre	-	-	XXX	-	-	-

Tableau 10.Efficacité des principaux moyens de reconnaissances en fonction des caractéristiques recherchées.

SONDAGES	BUT	Recherche des couches molles	Recherche d'un horizon porteur	Caractéristiques à rupture du sol		tassements	Elasticité Module d'élasticité
				Fondations superficielles	Fondations profondes		
Sondages puits tarière avec prélèvement d'échantillons intacts		XXX	XXX	XXX	XX	XXX	XX
ESSAIS IN SITU	Méthodes géophysiques	XX	XX	-	-	-	-
	Pénétrömètre dynamique	XX	XXX	X	XX	-	-
	Pénétrömètre statique	XXX	XX	XX	XXX	X	X
	SPT	X	X	X ARGILE XX SABLE	-	X ARGILE XX SABLE	-
	Pressiomètre	X	-	XXX	XXX	XXX	XXX Sols
	Scissomètre	-	-	xxx Sols mous	-	-	-

Légende :

-: Procédé non efficace.

X: Procédé donnant une indication plutôt qualitative.

xx: Procédé relativement précis mais qu'il est prudent de recouper avec d'autre méthodes.

xxx : Procédé donnant les résultats les plus fiables dans l'état actuel de nos connaissances

1.11.2 Essais en laboratoire

Les prélèvements des sols destinés aux essais en laboratoire (cuttings, éléments de carottes, matériaux remontés par des tarières, etc...), réalisés au cours des forages, devront être systématiquement paraffinés, gainés ou mis dans des sacs plastiques étanches fermés et étiquetés, au fur et à mesure de l'avancement des travaux. Chaque horizon géologique comprendra au moins un prélèvement par sondage.

Le programme des essais en laboratoire élaboré par le Laboratoire et/ou ingénierie géotechnique doit tenir compte de plusieurs paramètres à savoir :

- La nature du sol rencontré ;
- La nature de l'ouvrage et importance des charges transmises au sol ;
- Les spécificités liées aux contraintes géotechniques pré-définies. (Compressibilité, gonflement, instabilité de terrain, liquéfaction des sols ...).

Les essais doivent être effectués en nombre suffisant afin de pouvoir obtenir pour chaque paramètre mesuré une valeur statistique représentative de chaque couche en fonction de son épaisseur.

Tous les essais (physiques, mécaniques et analyses chimiques) doivent être réalisés selon les normes en vigueur.

Tableau 11. Domaine d'utilisation des essais de laboratoire.

Nature des sols		Sols pulvérulents perméables *		Sols fins imperméables	
Essai	Type d'essai	sables fins ou limoneux	sables grossiers	Mous**	moyennement raides à raides
Compression simple	Rapide (Cu)	---	---	---	(Cu > 0,5 bars) X
	Rapide (UU) (Cu)	---	---	---	X
Boite de cisaillement	Consolidé rapide (CU) (Ccu) cu, ϕ	---	---	---	X
	Consolidé lent (CD) C', ϕ'	X	---	---	---
Compression triaxiale	Non consolidé non drainé (UU) Cu	---	---	---	(Cu > 1 bar) X
	Consolidé non drainé (CU) Ccu, ϕ_{cu}	---	---	X	X
	Consolidé non drainé avec mesure de u (Cu + u) C', ϕ'	---	---	X	X
	Consolidé drainé (CD) C', ϕ'	---	X	---	--
œdométrique	σ'_c , Ct, Cg, Cv	---	--	X	X

* pour les sols pulvérulents, les essais en place sont plus appropriés.

** pour les sols fins mous, l'essai au scissomètre de chantier est mieux adapté, pour la détermination de Cu

ESSAI	TYPE D'ESSAI	Nb d'essais minimum d'une série représentative	Domaine d'utilisation	Caractéristiques déduites
COMPRESSION SIMPLE	RAPIDE	2 ou 3	<ul style="list-style-type: none"> - Utilisable pour le calcul à court terme des sols purement cohérents (argiles saturées) et consistants ($C_u > 0,5$ bars). - Résistance des roches (R_c). 	$C_u = R_c/2$ $\gamma_u = 0$ R_c
BOITE DE CISAILEMENT	RAPIDE UU	4	- Convient aux sols fins imperméables et homogènes, moyennement consistants ou consistants, saturés ($\phi_u = 0$) ou non (calcul à court terme).	C et ϕ C_u $C_u = 0$
	RAPIDE CONSOLIDÉ CU		- Recommandé pour la mesure des caractéristiques C' et ϕ' des sables ou sables limoneux perméables qui se prêtent mal à la confection d'éprouvettes pour l'appareil triaxial.	C' (faible, souvent 0) ϕ
	LENT CD		ϕ' et généralement inférieur de 1 à 2° au ϕ' du même sable sec.	
COMPRESSION TRIAXIALE	RAPIDE UU	3	- Adapté pour le calcul à court terme dans des sols cohérents saturés ($\phi_u = 0$). Spécialement recommandé lorsque le scissomètre de chantier est inutilisable ($C_u > 1$ bar) permet également l'étude de la cohésion non drainée des sols non saturés (problème de digues et grands remblais).	C_u ϕ_u
	RAPIDE CONSOLIDÉ CU		- Recommandé avec mesure des pressions interstitielles. Permet alors les calculs à court terme et à long terme, dans des sols cohérents saturés (essai moins lent que l'essai de type CD pour la détermination de C' et ϕ'). Particulièrement intéressant dans le cas des vases et argiles molles (remblais d'accès sur sols compressible).	<u>C et c</u> <u>c_u et ϕ_u</u> <u>c</u>
	LENT CD		- Utilisé pour des problèmes spéciaux (stabilité des pentes, cohésion résiduelle) mais la réalisation d'éprouvettes cylindriques élancées est parfois mal aisée ; on se limitera dans ce cas aux sables grossiers pour lesquels l'essai à la boîte est inadapté.	C' et ϕ'

1.11.3 Recommandations sur la consistance des investigations géotechniques (programme minimal)

Le Laboratoire et/ou ingénierie géotechnique devra prendre en compte les spécificités du site et des ouvrages et restera juge pour apprécier si des investigations plus complètes sont nécessaires.

En cas de modification du projet, il pourra être nécessaire d'adapter le programme d'investigations.

En effet, les tableaux ci-après définissent :

- Les profondeurs qu'il est recommandé d'atteindre, non pas par rapport au niveau du terrain naturel, mais d'une part par rapport à l'assise réelle des ouvrages géotechniques élémentaires, d'autre part par rapport au toit des horizons susceptibles de recevoir les charges apportées par ceux-ci avec des déformations compatibles avec leur destination ;
- La densité recommandée des reconnaissances, en fonction de l'importance des ouvrages étudiés. De même, en cas de rencontre d'éléments nouveaux liés au sol (notamment des variations lithologiques importantes, un accident géologique,...) le laboratoire et/ou ingénierie géotechnique pourra être amené à faire évoluer le programme.

D'une manière générale, si l'on constate des divergences dans la lithologie d'un sondage à l'autre, il est indispensable d'effectuer un sondage intermédiaire en vue de localiser la discontinuité des couches.

Tableau 12. Fondations superficielles et profondes.

PROJET	MAILLE	NATURE	PROFONDEUR
Bâtiment à usage d'habitation, administratif, éducatif, sanitaire (Surface au sol S < 50 m²).	2 points de reconnaissance	<p>combiner une partie des techniques suivantes :</p> <p>La reconnaissance géologique :</p> <ul style="list-style-type: none"> - examen des affleurements - fouilles à la pelle - sondages à la tarière - forages destructifs + échant. - sondages carottés 	<p>1- Fondations superficielles :</p> <p>3 fois la largeur de la fondation avec un minimum de 6 m sous le niveau d'assise</p>
Bâtiment à usage d'habitation, administratif, éducatif, sanitaire (Surface au sol S > 50 m²).	1 point de reconnaissance tous les 250 m ² avec un minimum de 3 points et une distance maximale de 25 m entre points.	<p>La détermination des caractéristiques géotechniques in-situ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Essais pressiométriques - Pénétrömètre statique - Pénétrömètre dynamique - Essais SPT 	<p>2- Fondations profondes :</p> <p>07 fois la largeur de la fondation avec un minimum de 5 mètres sous le niveau d'assise prévisionnel</p>
Bâtiments à usage industriel (Surface < 10000 m²)	1 point de reconnaissance tous les 500 m ² avec un minimum de 3 points et une distance maximale de 40 m entre points.	<p>Piézomètres ou CPI</p> <p>Essais en laboratoire:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identifications, - Essais de rupture et de - Compressibilité, - Analyses physico-chimiques,... - Retrait-gonflement 	<p>3- Semi-profondes :</p> <p>3 fois la largeur de la fondation avec un minimum de 6 m sous le niveau d'assise</p> <p>4-Radier ou aire de stockage à proximité :</p> <p>Jusqu'à l'horizon peu compressible reconnu sur 2 m avec un maximum de 1,5 fois la largeur du radier</p>

N.B : Pour les besoins de classification des sites selon l'article 3.3.1 des RPA 99 (version 2003) et en l'absence d'indication donnée par les études géotechniques de POS, il est recommandé un minimum de deux (02) sondages d'identification/caractérisation de profondeur minimale de 30m (sauf en présence de rocher).

Il convient de classer (classifier) le site selon la valeur moyenne de la vitesse des ondes de cisaillement sur les 30m supérieures ($V_{s, 30}$). Ce paramètre est le plus fiable pour la classification du site.

Les autres essais (pénétromètre statique, SPT, pressiomètres....etc.), sont aussi nécessaires pour une classification adéquate du site.

En présence des sols indiqués à l'article 3.3.4 des RPA 99 (version 2003), il convient de procéder à des investigations approfondies et une étude spécifique.

Tableau 13.Soutènements (H<10m) et voiries

PROJET	MAILLE	NATURE	PROFONDEUR
Soutènement L<30m	1 profil de 2 sondages	combiner une partie des techniques suivantes : La reconnaissance géologique :	Respecter simultanément les4 conditions suivantes : - 6 m sous la base de la fondation Et
Soutènement: 30<L<60m	2 profils de 2 sondages	– l'examen des affleurements – les sondages carottés – fouilles à la pelle – sondages à la tarière – sondages SPT. forages destructifs + échant	. 3 fois la largeur de la fondation si fondation superficielle . 10 fois la largeur de la fondation si fondation profonde . 3 fois la largeur de la fondation si fondation semi-profonde
Soutènement: L>60m	1 profil de 2 sondages au minimum tous les 30m.	La détermination des caractéristiques géotechniques in-situ: – Essais pressiométriques – Essais phicométriques – Essais de pénétration statique – Essais SPT	Et -jusqu'à 2m sous le toit de l'horizon peu compressible si remblaiement Et - au minimum jusqu'au niveau le plus bas des ancrages
Voiries	1 sondage géologique tous les 100m	Piézomètres ou CPI Essais en laboratoire: –Identifications, –Essais triaxial, cisaillement ; –Rectiligne ; –Essais de compressibilité.	2m en dessous du fond de forme

Tableau 14. Stabilité des talus

PROJET	MAILLE	NATURE	PROFONDEUR
Talus (surfaces de glissement potentielles, risques pour les tiers, méthodes de stabilisation).	2 sondages par profil au moins 1 profil tous les 30 ml.	<p>combiner une partie des techniques suivantes :</p> <p>La reconnaissance géologique :</p> <ul style="list-style-type: none"> – l'examen des affleurements – les sondages carottés – fouilles à la pelle – sondages à la tarière – sondages SPT. forages destructifs + échant <p>La détermination des caractéristiques géotechniques in-situ:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Essais pressiométriques – Essais phicométriques – Essais de pénétration statique – Essais SPT <p>Piézomètres ou CPI</p> <p>Essais en laboratoire:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Identifications GTR, – Essais triaxial, cisaillement, rectiligne. 	6 m au-dessous de la position des surfaces de glissement les plus probables, en se limitant à 2m dans un horizon résistant.

CHAPITRE 4 : CONTENU D'UN RAPPORT D'ETUDE GEOTECHNIQUE

1.12 Présentation et contenu d'un rapport d'étude géotechnique

Outre les points précisés dans les paragraphes ci-après, le rapport d'étude géotechnique doit contenir au minimum ce qui suit:

- Le nom du demandeur ;
- La référence de la commande ;
- La référence des normes utilisées ;
- La date de réalisation de la mission ;
- La nature de l'étude demandée par le maître d'ouvrage ;
- La liste des documents fournis par le maître d'ouvrage ;
- L'étude réalisée selon les prescriptions du cahier des charges;
- Les résultats de l'étude ;
- Les limites de validité des résultats de l'étude ;

1.12.1 Rapport d'étude géotechnique de POS

Le rapport d'étude géotechnique de POS doit contenir au moins :

Le rapport de synthèse :

- Situation géographique du site (lieu, limites du terrain, coordonnées...) et ses caractéristiques morphologiques, géologiques, hydrogéologiques et sismique régionale et locales ;
- Le programme d'investigations géotechnique exécuté (type, nombre et profondeur des essais) ;
- Les résultats d'essais géotechniques complémentaires spécifiques et leur commentaire, les annexes des fiches d'essais avec indication des références normatives et l'intégration d'un plan de positionnement des sondages et essais mis en œuvre ;
- Synthèse, analyse et interprétation des résultats concernant :
 - Description lithologique des sols rencontrés, leurs épaisseurs et leur configuration spatiale (les types de sol seront décrits en termes clairs et compréhensibles selon la classification des normes en vigueur et selon la dénomination basée sur les résultats d'essai d'identification ;
 - Les caractéristiques géotechniques des formations lithologiques
 - Les caractéristiques de déformabilité (tassement ou gonflement),
 - La contrainte admissible, la capacité portante, la résistance du sol, portance des sols et définition du mode de fondation envisageable
 - Contraintes liées à l'eau (nappe, source...)
 - Niveaux d'aléas potentiels naturel et technologique associé (terrain inondable, sols gonflants, sols liquéfiables, les instabilités de terrain dues à des glissements et/ou éboulements rocheux, affaissements potentiels dus aux cavités (zone karstique)
 - Aptitude à l'urbanisation et conditions de constructibilité de la zone
- Des recommandations particulières concernant l'aptitude et les conditions de constructibilité des sites, aléas ou risques associés, illustrées par une cartographie appropriée et accompagnée de fiches de synthèse par zone homogène.
- Recommandations techniques (réalisables) sur : les terrassements, le drainage, les principes généraux d'exécution des travaux d'aménagement et constructions futurs, de voiries et d'assainissement avec orientation pertinente en matière de proposition d'aménagement relative au sous-sol de la zone étudiée. Dans le cas de présence de zone à glissement de terrain, dégager des recommandations particulières pour les études et travaux de stabilisation et les dispositions à entreprendre pour sauvegarder les constructions existantes.

▣ Les documents graphiques (cartes) :

- Les différentes coupes et cartes lithologiques sur échelle appropriée et argumentée ;
- Profils géotechniques (accompagnés des résultats de la vérification de stabilité générale initiale (F_s) si effectuée et indiquant le niveau d'eau) ;
- Les cartes de facteurs ; cartes des pentes, cartes lithologiques des formations superficielles, cartes du réseau hydrographiques, carte hydrogéologiques...etc ;
- Carte (échelle 1/500 ou 1/1000) délimitant les zones exposées aux aléas naturels et technologiques identifiés et classés selon leur degré de vulnérabilité ;
- Les cartes de zonage géotechnique, ou d'aptitude des sols aux fondations.

Ces cartes doivent être accompagnées de commentaires.

En zones sismiques, un chapitre considérant le séisme et ses effets (directs ou induits), à évoquer, en tenant compte des investigations réalisées et l'exploitation des données disponibles (concernant le cadre sismotectonique et les résultats des études d'aléa et de Microzonage sismiques si elles existent), tels :

- Joindre toute information utile sur l'activité sismique de la région (notamment celle liée à l'existence d'accidents géologiques majeurs, tels les failles actives) ;
- Détecter et délimiter les zones liquéfiables ;
- Détecter et délimiter la zone de dépôt suspect d'être le siège d'amplification du mouvement sismique, qui nécessite une étude spécifique du site ultérieurement ;
- Indiquer pour les zones pouvant être sujettes à l'inondation par obturation d'un cours d'eau en cas d'éventuelles secousses sismiques ou soulèvement d'un cours d'eau par failles.

N-B : *A ce stade d'étude géotechnique d'urbanisation, cet aspect lié aux effets du séisme est exposé d'une façon globale (vue d'ensemble). Le détail est normalement l'objet des études spécifiques d'aléas et de Microzonage sismique.*

- Le laboratoire et/ou ingénierie géotechnique garantit l'exécution de l'étude en conformité avec les termes du cahier des charges et aux règles de l'art, en particulier, tous les sondages et les essais seront réalisés conformément aux normes en vigueur et se référant aux documents techniques réglementaires algériens (DTR BC2.32, DTRBE 1.1). Le mode opératoire doit scrupuleusement suivi et comme précisé par les normes selon lesquelles sera réalisé chaque essai.
- A titre indicatif, pour chaque sondage on établit une fiche sur laquelle on consigne les informations minimums suivantes : Identification du laboratoire et/ou ingénierie

géotechnique, type de machine utilisée, intitulé du projet, Numéro de point, coordonnées UTM (X, Y et Z), diamètre des tubages, venus ou perte d'eau, pourcentage de récupération, estimation du RQD(Rock Quality Designation), description des terrains rencontrés, cote du piézomètre ou information sur niveau d'eau.... ;

- Les photos des caisses à carotte doivent être fournies pour chaque sondage en couleur avec légende ;
- Le laboratoire et/ou ingénierie géotechnique s'assure de ne pas modifier le site d'intervention.

1.12.2 Rapport d'étude géotechnique préliminaire :

- Les données collectées lors de la réalisation de cette phase d'étude ;
- Le modèle géologique préalable du site ;
- Les zones d'implantation préférentielles et les zones à éviter, la sensibilité des sols aux tassements, l'opportunité de créer ou non des sous-sols, les risques d'instabilité de versants, l'identification des risques naturels ;
- Les incertitudes et risques géotechniques qui subsistent après cette phase de la mission quant à la connaissance du site ;
- Les types d'investigations envisageables pour réduire ces incertitudes ;
- Les données collectées lors de la réalisation de cette étude ;
- L'ensemble des résultats à prendre en compte, y compris ceux issus de la phase Étude de site ;
- Les hypothèses géotechniques à prendre en compte (contraintes pour la création d'éventuels sous-sols, horizons porteurs potentiels, modes de fondations possibles, améliorations du sol possibles), ainsi que certains principes généraux de construction envisageables.
- Les incertitudes et les risques géotechniques qui subsistent, identifiés après cette phase de la mission, et les risques encourus inhérents au projet ;
- Le programme d'essais et d'investigation pour l'étude détaillée avec matérialisation et positionnement.

N.B : *Cette phase de la mission exclut toute approche dimensionnelle.*

1.12.3 Rapport d'étude géotechnique détaillée (Essais et investigations) :

1.12.3.1 Rapport d'essais

- **Contexte régional**
 - Géologie régionale et locale ;
 - Hydrologie et hydrogéologie ;
 - Sismicité.
- **Campagne de reconnaissance géotechnique**
 - Programme de la reconnaissance (type, nombre et profondeur des essais) ;
 - Moyens matériels mis en œuvre et techniques utilisées ;
 - Références normatives et réglementaires.
- **Analyse et interprétation des résultats**

- Description lithologique des couches rencontrées, leurs épaisseurs et leur configuration spatiale ;
- Présence d'eau (nature, profondeur) ;
- Présence de cavités ou autres anomalies ;
- Paramètres de résistance ;
- Paramètres d'identification physique et classification des sols ;
- Paramètre de comportement mécanique ;
- Paramètres de déformabilité (tassement ou gonflement) ;
- Corrélations entre les données de sondages, les résultats d'essais in-situ et en laboratoire ;
- Paramètres chimiques ;
- Classification du site.
- profondeur de prise d'échantillon ;
- Courbes et graphiques des résultats des essais ;
- Tableau récapitulatif des résultats des essais de laboratoire (physiques, mécaniques et chimiques).

1.12.3.2 Note de calcul des ouvrages géotechniques:

- **Exploitation et interprétation des résultats**

- Vérification de la stabilité du terrain ;
- Définition du mode de fondations ;
- Profondeur d'ancrage des fondations ;
- Précision des hypothèses de calcul (caractéristiques du sol, dimensions des fondations) ;
- Références de calcul (règlements, méthodes, formules, logiciels ...).

Pour les fondations superficielles et semi- profondes :

- Le rapport d'étude géotechnique donne à titre de recommandation les éléments suivants :
- Contrainte admissible pour des dimensions données.
- Tassements absolus et différentiels de la fondation.

Pour les fondations profondes

- Résistance de pointe ;
- Frottement latéral ;
- Capacité portante verticale, charge critique et charge nominale en tête de pieu.

- **Conclusion - Recommandations**

- Rappel sur les caractéristiques générales du site et du projet ;
- Rappel de la classification sismique de la zone d'étude et classification du site selon l'article 3.3.1 du RPA 99 version 2003 ;
- Rappel sur les caractéristiques géotechniques obtenues ;
- Recommandation du mode de fondation avec définition de la profondeur d'ancrage et la valeur de la contrainte admissible du sol correspondante.
- Les dispositions constructives pour :
- Agressivité du milieu vis-à-vis du béton ;

- Stabilité des parois des fouilles ;
- Rabattement de la nappe ;
- Densification ou reconstitution du sol ;
- Drainage des eaux superficielles et souterraines ;
- Potentiel de gonflement/Dessiccation en cas d'un sol gonflant ;
- Annexes ;
- Plan d'implantation des sondages et essais in-situ ;
- Coupes de sondages (coordonnées, niveau d'eau, taux de récupération ;
- Dossier graphique le cas échéant.

N.B: *Tous les sondages et essais in-situ doivent être géo-référencés avec des systèmes de projection adoptés en Algérie (coordonnées UTM ou Nord sahara ellipsoïde de référence WGS 84).*

ANNEXE : Modèle de Cahier des Charges

1.13 INTRODUCTION

Le présent modèle de cahier des charges a pour objet de définir les modalités pratiques de passation et de réalisation de l'étude géotechnique de

La réalisation de ce programme implique une démarche appropriée en termes de méthodes et de moyens d'intervention pour satisfaire aux exigences du maître d'ouvrage en matière de respect des délais de réalisation et de qualité des ouvrages.

Le présent cahier des charges contient toutes les informations de nature à permettre aux soumissionnaires de présenter des offres acceptables. Il permettra au maître de l'ouvrage de se renseigner sur leurs capacités de réalisation en vue de sélectionner les meilleures offres possibles sur la base d'une évaluation technique et financière.

Il est important de souligner que les soumissionnaires doivent satisfaire pleinement aux conditions préalablement fixées par le maître de l'ouvrage, ce qui implique l'acceptation totale et sans réserve de toutes les conditions et clauses du présent document.

Le dossier d'Avis d'Appel d'Offres ou de consultation doit comporter :

- a) L'identification du maître d'ouvrage le nom du contact ;
- b) Les informations sur le projet :
 - Liste et références des documents remis ;
 - Liste des documents à fournir dans l'offre ;
 - Présentation du projet ;
 - Etape d'élaboration du projet ;
 - Destination de l'ouvrage ;
 - Plan de situation ;
 - Plan d'implantation du projet ou plan masse ;
 - Plan topographique ;
 - Etude demandée par référence au présent document;
 - Anciens modes connus d'utilisation du site ;
 - Toute étude géotechnique ou tout compte-rendu d'investigations concernant le site ;
 - Caractéristiques des existants (ouvrages, réseaux) et des servitudes ;
 - Caractéristiques et vulnérabilité des avoisinants ;
 - Conditions d'accès au site et autorisation de visite ;
 - Un cahier de clauses techniques particulières (CCTP) définissant les critères techniques à respecter pour les prestations à exécuter selon les modalités définies dans le présent document (**Chapitres 2,3 et 4**).

N.B : Ce modèle de cahier des charges est donné à titre indicatif et qu'il y a lieu de l'adapter au cas par cas.

PARTIE 1 :

INSTRUCTIONS AUX SOUMISSIONNAIRES

Sommaire

Article 1^{er} : Objet du cahier des charges	35
Article 2 : Éligibilité des candidats	35
Article 3 : Mode de passation	35
Article 4 : Définition des termes utilisés dans le présent cahier des charges	35
Article 5 : Visite du site	35
Article 6 : Retrait des cahiers des charges.....	35
Article 7 : Contenu du dossier de soumission.....	36
Article 8 : Délai de préparation des offres.....	37
Article 9 : Validité de l'offre	37
Article 10 : Montant de l'offre	37
Article 11 : Forme et signature de l'offre.....	37
Article 12 : Modification et retrait des offres.....	38
Article 13 : Date et heure limite de dépôt des offres.....	38
Article 14 : Ouverture des plis	38
Article 15 : Éclaircissement et complément aux offres.....	39
Article 16 : Conformité des offres au dossier de l'avis d'appel d'offres (ou consultation)	40
Article 17 : Correction des erreurs	40
Article 18 : Critères d'évaluation (système de notation)	40
Article 19 : Mode de sélection de Laboratoire et/ou ingénierie géotechnique	43
Article 20 : Sanctions.....	43
Article 21 : Des exclusions de la participation aux marchés publics	43
Article 22 : Acceptation des clauses et des conditions.....	43

Article 1^{er} : Objet du cahier des charges

Le présent cahier des charges a pour objet de fixer les modalités de sélection des Laboratoires et/ou ingénieries géotechniques spécialisés en études géotechniques par voie d'avis d'appel d'offres national ouvert (ou consultation) pour l'octroi de la prestation de l'étude géotechnique du projet :

.....
.....
...

Article 2 : Éligibilité des candidats

Seuls les **Laboratoires et/ou ingénieries géotechniques** publics ou privés possédant un agrément pour l'exercice de la profession **d'études géotechniques** (Agrément laboratoire et/ou agrément études) sont **concernés par le** présent avis d'appel d'offres national ouvert (ou consultation).

Article 3 : Mode de passation

Le présent cahier des charges est établi selon la procédure d'appel d'offres national ouvert(ou consultation), et ce en vertu des dispositions des articles 13, 16, 39, 40, 42 et 43 (ou 13, 14 et 41), du décret présidentiel n° 15-247 du 16 septembre 2015 portant réglementation des marchés publics et des délégations de service public.

Article 4 : Définition des termes utilisés dans le présent cahier des charges

Le service contractant : désigne le maître de l'ouvrage en en se référant à qui a lancé l'avis d'appel d'offres(ou la consultation) pour la conclusion du marché.

Le co-contractant : désigne le laboratoire et/ou ingénierie géotechnique qui a été retenu en vue de contracter le marché, objet du présent avis d'appel d'offres(ou consultation).

Le marché : signifie l'accord passé entre le contractant et le co-contractant et se définit par les clauses et conditions auxquelles les deux parties adhèrent pleinement en vue de l'exécution des prestations, objet de l'avis d'appel d'offres(ou consultation).

Le soumissionnaire : désigne le laboratoire et/ou ingénierie géotechnique qui a présenté une offre en vue de réaliser les travaux, objet du présent cahier des charges.

Article 5 : Visite du site

Il incombe au soumissionnaire de visiter et d'examiner le lieu du projet et ses environs et de collecter sous sa propre responsabilité et à sa charge tous les renseignements qui pourraient lui être nécessaires pour préparer leurs offres.

Article 6 : Retrait des cahiers des charges

Le dossier de l'avis d'appel d'offres(ou consultation) sera retiré contre la somme de (..... DA), auprès de sis à
.....
...

Article 7 : Contenu du dossier de soumission

Conformément à l'article 67 du décret présidentiel n°15-247 du 16 septembre 2015 portant réglementation des marchés publics et des délégations de service public, les dossiers de soumission comprendront un dossier de candidature, une offre technique et une offre financière, présentés comme suit :

a. Dossier de candidature :

La déclaration de candidature (ci-joint modèle) dûment remplie, signée et datée par le soumissionnaire ;

- La déclaration de probité jointe en annexe signée et cachetée ;
- Une copie de l'agrément et en cours de validité ;
- Une copie du registre de commerce ;
- Mise à jour CASNOS en cours de validité ;
- Mise à jour CNAS en cours de validité ;
- Un extrait de rôles en cours de validité ;
- Copie de la carte d'immatriculation fiscale ;
- Numéro d'identification fiscal (NIF) ;
- Casier judiciaire n°03 du gérant datant de moins de 03 mois ;
- Liste des moyens humains avec qualification (attestation de mise à jour CNAS, attestations de travail, copies des diplômes, CV du personnel) ;
- Liste des moyens matériels justifiés par des factures d'achat et cartes grises ;
- Liste des références professionnelles dans le domaine et les attestations des Maîtres d'ouvrages relatives aux études similaires déjà réalisées ;
- Attestation de dépôt des comptes sociaux délivrée par les services du CNRC pour les sociétés (personne morale) ;
- Statut de Laboratoire et/ou ingénierie géotechnique;
- Décision de délégation de pouvoir de signature au nom de la société ou procuration écrite.

b. L'offre technique comprendra :

- La déclaration à souscrire (selon modèle joint au cahier des charges) signée, datée et cachetée ;
- Tout document permettant d'évaluer l'offre technique : un mémoire technique justificatif et tout autre document exigé en application des dispositions de l'article 78 du décret présidentiel n°15-247 du 16 septembre 2015 portant réglementation des marchés publics et des délégations de service public ;
- Le présent cahier des charges paraphé et signé et cacheté par le soumissionnaire.

c. L'offre financière comprendra :

- La lettre de soumission (selon modèle joint au cahier des charges) dûment signée, datée et cachetée par le soumissionnaire ;
- Le bordereau des prix unitaires dûment signé et cacheté par le soumissionnaire ;

- Le devis quantitatif estimatif de l'offre dûment signé et cacheté par le soumissionnaire ;
 - Le délai d'exécution des prestations objet du présent cahier des charges.
- Il est précisé que les offres devront être déposées, et ce, avant la date et l'heure limites précisées dans l'avis d'appel d'offres à l'adresse ci-après :

.....

Les offres adressées par courrier postal ne seront pas acceptées.

Article 8 : Délai de préparation des offres

Un délai de préparation des offres de (....) jours est accordé aux soumissionnaires. Ce délai commence à courir à compter de la date de la première publication de l'avis d'appel d'offres national ouvert dans l'un des quotidiens nationaux et/ou le BOMOP (ou la date de la consultation).

Article 9: Validité de l'offre

La durée de validité des offres est égale à la durée de préparation des offres augmentée de trois (3) mois à compter de la date de dépôt des offres, c'est-à-dire trois mois et jours et ce conformément aux dispositions de l'article 98 du décret présidentiel n°15-247 du 16 septembre 2015, portant réglementation des marchés publics et des délégations de service public.

Conformément à l'article 99 de ce même décret, le service contractant peut proroger la durée de validité des offres et ce, dans le cas où des circonstances ne permettent pas d'attribuer un contrat et le notifier avant l'expiration du délai, et ce après accord des soumissionnaires concernés.

La durée de validité des offres est systématiquement prorogée d'un mois dans le cas de l'entreprise attributaire du contrat.

Article 10 : Montant de l'offre

Le montant de l'offre doit être porté en lettres et en chiffres en toutes taxes comprises sur la soumission, et au total général du devis quantitatif et estimatif.

Le bordereau des prix unitaires doit comporter les prix en lettres et en chiffres en hors taxes.

Article 11 : Forme et signature de l'offre

Les offres doivent être remises en 02 exemplaires et comporter un dossier de candidature, une offre technique et une offre financière. Le dossier de candidature, l'offre technique et l'offre financière sont insérés dans des enveloppes séparées et cachetées, indiquant la dénomination du soumissionnaire, la référence et l'objet de la consultation ainsi que la mention « dossier de candidature », « offre technique » et « offre financière », ces enveloppes sont mises dans une autre enveloppe cachetée et anonyme et adressée à :

À Monsieur le Directeur Général de

Avis d'appel d'offres national ouvert (ou Consultation) N°

« À n'ouvrir que par la commission d'ouverture des plis et d'évaluation des offres »

En cas de différence entre les deux exemplaires, l'original fera foi.

Les deux exemplaires doivent être dûment visés et cachetés par le soumissionnaire ou par la personne habilitée à engager le Laboratoire et/ou ingénierie géotechnique et à exécuter le contrat, muni d'une procuration écrite ou d'une délégation de pouvoir au nom du Laboratoire et/ou ingénierie géotechnique.

Toutes les pages de l'offre doivent être paraphées et cachetées par le soumissionnaire.

L'offre ne doit contenir aucune rature, surcharge, ni mention entre lignes.

Article 12 : Modification et retrait des offres

Aucune offre ne sera retirée ou modifiée après son dépôt.

Article 13 : Date et heure limite de dépôt des offres

Conformément à l'article 66 du décret présidentiel n° n°15-241 du 16 septembre 2015 portant réglementation des marchés publics et des délégations de service public le jour de dépôt des offres est prévu le dernier jour de la durée de préparation des offres au plus tard le À midi (12h 00). Si ce jour coïncide avec un jour férié ou un jour de repos légal, la durée de préparation des offres est prorogée jusqu'au jour ouvrable suivant.

1.13.1.1 Toutefois, le service contractant a toute la latitude de reporter la date de dépôt des offres, avant la date butoir, les soumissionnaires seront informés par tous les moyens (téléphone, fax, courrier, etc.)

.....
.....

Article 14 : Ouverture des plis

a. Ouverture des plis :

Conformément aux articles 160-161-162 du décret présidentiel n° 15-247 du 16 septembre 2015 portant réglementation des marchés publics et des délégations de service public, l'ouverture des plis sera effectuée par la commission d'ouverture des plis et d'analyse des offres de

La commission d'ouverture des plis et d'analyse des offres se réunira pour l'ouverture des plis de candidature des plis techniques et des plis financiers le même jour de dépôt des offres le à 13h00, en présence des soumissionnaires préalablement informés.

Toutefois, la commission se réunit valablement, lors de la séance d'ouverture des plis, quel que soit le nombre des membres présents. Le service contractant doit veiller à ce que le nombre des membres présents permette de s'assurer de la transparence de la procédure.

Cette commission a pour mission :

- De constater la régularité de l'enregistrement des offres sur un registre ad hoc ;
- De dresser la liste des soumissions dans l'ordre d'arrivée des plis, avec indication du contenu et des montants des propositions et des rabais éventuels ;
- De dresser une description détaillée des pièces constitutives de chaque offre ;
- De parapher toutes les pièces des offres ouvertes ;

- De dresser, séance tenante, le Procès-verbal signé par tous les membres présents de la commission, qui doit contenir les réserves éventuelles formulées par les membres de la commission ;
- la commission dresse, le cas échéant, un procès-verbal d'infructuosité signé par les membres présents, lorsqu'aucune offre n'est réceptionnée ;
- D'inviter le cas échéant par écrit les soumissionnaires à compléter leurs dossiers de candidature par les documents manquants exigés, dans un délai maximum de 10 jours sous peine de rejet de leurs offres par la commission d'ouverture des plis et d'analyse des offres ;
- Instituer, le cas échéant, aux opérateurs économiques concernés, leurs plis non ouverts dans les conditions prévues dans le présent cahier des charges.

NB : Sont exclus de demande de complément, tous les documents qui servent à l'évaluation des offres.

b. Analyse des offres :

- Conformément à l'article 72 du décret présidentiel n° 15-247 du 16 septembre 2015 portant réglementation des marchés publics et des délégations de service public, l'évaluation des offres sera effectuée par la commission d'ouverture des plis et d'analyse des offres de
- La commission d'ouverture des plis et d'analyse des offres élimine les offres non conformes à l'objet et au contenu du cahier des charges.
- Elle procède à l'analyse des offres restantes en deux phases, suivant les critères et la méthodologie ci-après décrite.

1^{ère} phase : Elle établit le classement technique des offres et élimine celles qui n'ont pas obtenu la note minimum de pré-qualification conformément au cahier des charges.

2^{ème} phase : Elle procède à l'analyse des offres financières des soumissionnaires pré-qualifiés en tenant compte éventuellement des rabais consentis dans leurs offres, et ce conformément à l'article 72, 3^{ème} tiret du décret présidentiel n° 15-247 du 16 septembre 2015 portant réglementation des marchés publics et des délégations de service public.

Article 15 : Éclaircissement et complément aux offres

En vue d'une meilleure rationalisation du choix des soumissionnaires, lors de l'évaluation des offres techniques, le service contractant s'informe le cas échéant, des capacités techniques, financières et commerciales des soumissionnaires et leurs références par tout moyen légal auprès d'autres services contractants, des administrations et Laboratoire et/ou ingénierie géotechnique chargés d'une mission de service public des banques.

Le co-contractant est obligé, à la demande du contractant, de communiquer tout renseignement ou document permettant de contrôler le cout de revient des prestations à exécuter.

Par ailleurs et à l'exception de la correction des erreurs de calcul découvertes lors des vérifications arithmétiques ou son détail des prix demandés par le service contractant, toute modification de prix ou du contenu de l'offre est catégoriquement rejetée.

Article 16 : Conformité des offres au dossier de l'avis d'appel d'offres (ou consultation)

Lors de l'évaluation, le service contractant doit s'assurer que chaque offre est conforme aux conditions exigées par le dossier de l'avis d'appel d'offres (ou consultation).

Lorsqu'une offre n'est pas conforme au dossier l'avis d'appel d'offres (ou consultation) elle sera rejetée par le service contractant.

Article 17 : Correction des erreurs

Les offres qui ont été reconnues conformes pour l'essentiel au dossier de l'avis d'appel d'offres (ou consultation), seront vérifiées par le service contractant pour en rectifier les erreurs de calcul éventuelles.

Les erreurs seront corrigées par le service contractant de la façon suivante :

- a. Lorsqu'il existe une différence entre le montant en chiffre, et le montant en lettres, le montant en lettre fera foi.
- b. Lorsqu'il existe une différence entre un prix unitaire et le montant total obtenu, en effectuant le produit du prix unitaire par la quantité, le prix unitaire cité fera foi, à moins que le service contractant n'estime qu'il s'agisse d'une erreur grossière de virgule dans le prix unitaire auquel cas le montant total cité fera foi et le prix unitaire sera corrigé.

Si le montant corrigé des offres s'avérait être inférieur au montant figurant dans la lettre de soumission, c'est le montant obtenu en baisse qui sera considéré, le montant figurant à la soumission, sera rectifié par le service contractant, conformément à la procédure décrite ci-dessus et avec le consentement du soumissionnaire. Si le soumissionnaire n'accepte pas la correction ainsi effectuée, son offre sera rejetée.

Article 18 : Critères d'évaluation (système de notation)

L'évaluation des offres est basée sur des critères d'évaluation. Elle est notée sur 100 points, suivant la méthode et les critères suivants :

- a) Évaluation du dossier de candidature et de l'offre technique 80 points
- b) Évaluation de l'offre financière 20 points

A. Évaluation du dossier de candidature et de l'offre technique (80 points)

Vérification de la conformité des offres aux conditions fixées dans le cahier des charges

Avant l'évaluation des offres, le service contractant doit s'assurer que chaque offre est conforme aux conditions requises par le dossier de l'avis d'appel d'offres (ou consultation).

Vérification de l'éligibilité des soumissionnaires :

Les soumissionnaires devront présenter les documents justificatifs de conditions citées à l'article 02 ci-dessus. Le non-respect des conditions d'éligibilité et de conformité des offres entraîneraient l'élimination de l'offre.

L'évaluation des capacités techniques et compétences de Laboratoire et/ou ingénierie géotechnique dans le domaine se fera sur la base des critères suivants avec un maximum de **80 points**

Expérience de l’Laboratoire et/ou ingénierie géotechnique	15 points
Références professionnelles	15 points
Moyens Humains	20 points
Moyens Matériels	23 points
Délais	7 points

Expérience de l’Laboratoire et/ou ingénierie géotechnique
(15 points)

Année d’activité \geq 15 ans	15 points
Année d’activité de 07 à 15 ans	08 points
Années d’activité \leq 07 ans	04 points

Références professionnelles (15 points)

Référence dans l'exécution des travaux similaires justifiée par des attestations de bonne exécution délivrées par les maîtres d’ouvrages publics. La note maximale est fixée à 15 points, c.-à-d. cinq références d’importance similaires.

Chaque référence d’importance similaire	3 points
Une référence de moindre importance	1 point.

N. Toute référence déclarée par le soumissionnaire et non justifiée par une attestation signée par le Maître d’Ouvrage ne sera pas prise en considération.

Moyens humains affectés au projet (20 points)

Encadrement en personnel prévu pour mener l’étude géotechnique. Cet élément est évalué sur la base du nombre et la qualité d’encadrement au sein de l’Laboratoire et/ou ingénierie géotechnique.

Le personnel affecté au projet, à justifier par les bordereaux de déclaration de la sécurité sociale des trois derniers mois, sera composé comme suit :

- Un ingénieur ou des ingénieurs ; (5 points max/personne avec 15 points maximum)
- Autres membres de l’équipe. (3 points max/personne avec 5 points maximum)

Le système de notation **par personne** est donné par le tableau ci-après

	Formation de base	Expérience professionnelle dans le domaine
Un ou plusieurs ingénieurs (ou	Compatible avec le projet : 1 pt	<5ans : 2 pts
	Non compatible : 0 pt	Entre 5 et 10 ans : 3 pts

titre équivalent)		> 10 ans : 4 pts
Autres membres	Compatible avec le projet : 1 pt Non compatible : 0 pt	< 5ans : 0 pt Entre 5 et 10 ans : 1 pt > 10 ans : 2 pts

N.B le soumissionnaire devra joindre les diplômes de l'encadrement et la déclaration annuelle nominative de la sécurité sociale pour le projet.

Moyens matériels (23 points)

Les moyens matériels prévus pour l'exécution des travaux sont notés comme suit :

Désignation	Notation
Matériel pour les sondages carottés	
Sondeuse géotechnique	04
Matériel pour les essais in-situ	
Pressiomètres PMT et/ou Pénétrromètre statique CPT	06
Pénétrromètre dynamique DPT standard (DPL, DPM, DPH, DPSH) et/ou Pénétrromètre au carottier échantillonneur SPT	03
Matériel pour essais mécaniques de laboratoire	
Boîte de cisaillement direct et/ou Appareil de compression triaxiale	03
Appareil d'essai œdométrique	03
Matériel pour les essais d'identification au laboratoire	
Analyse granulométrique + Analyse chimique + essai des limites de consistance (les limites d'Atterberg)	04
Total	23

Le matériel doit être justifié par des factures d'achat et/ou cartes grises ;

Le matériel en location doit être justifié par un contrat de location et factures d'achat du propriétaire, la note dans ce cas est frappée par un coefficient 1/2 ;

Le matériel d'Laboratoire et/ou ingénierie géotechnique doit être appuyé par un certificat d'étalonnage et vérification encours de validité, dans le cas contraire, il entraîne une note de zéro (0).

Délais (7 points)

Le délai de réalisation de l'étude est noté sur 7points maximum pour le délai le plus court, la note des autres offres sera calculée selon la formule suivante :

$$N = \frac{D_{CS}}{D_S} \times 07$$

N : Note de l'offre

D_{CS} : Délai le plus court

D_S : Délai du soumissionnaire

Seules les offres ayant obtenu une note supérieure ou égale à 50 points dans l'offre technique qui est notée sur 80 points seront pré-qualifiés à l'évaluation des offres financières.

B. Évaluation des offres financières (20 points)

L'évaluation des offres financières sera faite selon le critère et la formule arrêtés.

$$N_f = \frac{M_{om}}{M_{os}} \times 20$$

N_f : Note financière ;
 M_{om} : Montant de l'offre la moins disante ;
 M_{os} : Montant offre du soumissionnaire.

Article 19 : Mode de sélection de Laboratoire et/ou ingénierie géotechnique

Le soumissionnaire ayant obtenu la meilleure note cumulée des deux notes (note de l'offre technique et de l'offre financière) sera déclaré retenu et se verra confier la mission de l'étude de sol.

La commission d'ouverture des plis et d'évaluation des offres pourra rejeter toute offre émanant d'un Laboratoire et/ou ingénierie géotechnique ayant déjà mené une étude sol d'un projet initié par l'un des services de l'état (ENPI, OPGI, DUAC, DL, DEP, etc.), et ayant accusé une déficience professionnelle non acceptable dans une ou plusieurs études antérieures.

Le rejet se fait sur la base d'une enquête documentée, menée auprès des services concernés et sanctionné par un PV motivant cette décision,

Article 20 : Sanctions

Sans préjudice des sanctions prévues par la législation et réglementation en vigueur, laboratoire et/ou ingénierie géotechnique :

- Ayant fait l'objet de défaillances avérées dans l'exécution de son contrat ;
- Ayant produit de faux documents au moment de sa soumission ;
- Ayant enfreint la législation du travail et notamment ne pas avoir déclaré son personnel aux caisses de sécurité sociale, encourt des sanctions allant de la mise en garde aux poursuites éventuelles.

Article 21 : Des exclusions de la participation aux marchés publics

Sont exclus, temporairement ou définitivement, de la participation aux marchés publics, les opérateurs économiques cités dans l'article 75 du décret présidentiel n° 15-247 du 16 septembre 2015 portant réglementation des marchés publics et des délégations de service public.

Article 22 : Acceptation des clauses et des conditions

Le présent cahier des charges dument signé et paraphé représente un engagement de la part de son signataire.

Fait à, le
Le soumissionnaire
Lu et accepté
(Nom, Qualité du Signataire et cachet du soumissionnaire).

PARTIE 2

CAHIER DES CLAUSESTECHNIQUES PARTICULIERES(C.C.T.P)

Sommaire

Article 1^{er} : Objet.....	46
Article 2 : Liste des intervenants dans l'opération	46
Article 3 : Nature de l'opération et lieu de travail.....	46
Article 4 : Consistance des prestations.....	47
Article 5 : Moyens humains et matériels du prestataire	48
Article 6 : Normes et règlements de référence.....	48
Article 7 : Exigences techniques et qualité d'exécution.....	50
Article 8 : Exécution des travaux et prestations	53
Article 9 : Documents à remettre par le Laboratoire et/ou ingénierie géotechnique	53
Article 10 : installation de chantier.....	54
Article 11 : Enlèvement du matériel et des matériaux en fin de chantier	54
Article 12 : protection des ouvrages existants	54

Article 1^{er} : Objet

La présente partie « **Prescriptions techniques** » a pour objet de préciser les conditions suivant lesquelles le Laboratoire et/ou ingénierie géotechnique retenu accepte la mise en œuvre et l'exécution des différentes prestations de reconnaissance géotechnique détaillée des sols de fondation nécessaire à la préparation du dossier d'Appel d'Offres ou consultation en vue de la réalisation des travaux de :

.....
.....
.....

Article 2 : Liste des intervenants dans l'opération

Maître d'ouvrage :.....

Maître d'œuvre (ou
BET) :.....

Assistant technique à maîtrise d'ouvrage : (selon le cas).....

Organisme de Contrôle :.....

Organisme de validation de l'étude géotechnique : (selon le cas).....

Article 3 : Nature de l'opération et lieu de travail

Caractéristiques de l'opération

.....

Périmètre d'implantation

.....

Le laboratoire et/ou ingénierie géotechnique déclare avoir pris connaissance du fait que les prestations objets du présent Appel d'Offres ou consultation seront réalisées sur un terrain situéconformément au plan de situation ci-après :

Article 4 : Consistance des prestations

Le programme se compose en sa totalité de :

- sondages carottés (SC), soit mètres linéaires
- sondages pressiométriques (SP), soit mètres linéaires
- points piézométriques pour la mesure du niveau de la nappe phréatique.

Il est important de signaler que c'est la seule responsabilité de l'entreprise de reconnaissance géotechnique d'éviter d'endommager les réseaux enterrés existants.

3.1 sondages carottés

La campagne comprend la réalisation des sondages carottés dede profondeur

3.2 les sondages pressiométriques

La campagne comprend la réalisation de sondages pressiométriques dede profondeur

3.3 Les essais SPT

Des essais SPT seront réalisés dans les sondages carottés lorsque la formation traversée est sableuse. Les essais seront réalisés tous les m d'intervalle sur les premiers mètres de profondeur et tous les m sur le reste.

3.4 Les prélèvements intacts

.....

3.5 Les essais de laboratoire

Sur les échantillons intacts et remaniés prélevés dans les sondages carottés seront effectués les essais suivants :

- Essais granulométriques et sédimentométriques ;
- Teneur en eau naturelle ;
- Limite d'Atterberg ;
- Densité humide naturelle ;
- Poids spécifique ;
- Teneur en CaCo₃ ;
- Triaxial CU avec mesure de pression interstitielle ;
- Essais de consolidation à l'œdomètre ;
- Essais de cisaillement rectiligne
- Essais de compression simple
- Essais d'agressivité des sols : teneur en chlorure, teneur

3.6 Analyse de l'eau

- Caractéristiques Physiques
- Aspect : Couleur, Odeur, PH, Résistivité Ohm/cm²/ cm.
- Caractéristiques chimiques
 - teneur en chlorure,
 - teneur en sulfate,
- PH

3.7 Les essais géophysiques

.....

Article 5 : Moyens humains et matériels du prestataire

Le Laboratoire et/ou ingénierie géotechnique retenu pour l'exécution des prestations s'engage à mobiliser sur chantier pour l'exécution de ses obligations tous les moyens humains et matériels nécessaires.

• Moyens humains

Le Laboratoire et/ou ingénierie géotechnique doit proposer un personnel ayant les qualifications requises et en nombre suffisant pour réaliser les prestations demandées selon les normes exigées et dans les délais impartis.

A cet effet, le Laboratoire et/ou ingénierie géotechnique doit fournir dans son nominative de personnels affectés à l'exécution du Marché.

Pour le personnel d'encadrement et les agents de maîtrise, le accompagnier son offre des pièces suivantes :

- Un Curriculum Vitae.
- Une copie des diplômes ou/et des attestations de qualification.
- Une copie des attestations de formation ou de stage.

• Moyens matériels

Le Laboratoire et/ou ingénierie géotechnique doit accompagner son offre par la liste détaillée de son matériel de forage et accessoires qu'il s'engage à affecter sur chantier pour assurer la bonne exécution des travaux. Il doit notamment :

- Indiquer la nature du Pressiomètre à utiliser (marque, capacité, pression d'inertie) ;
- Fournir les certificats d'étalonnage des systèmes de mesure ;
- Fournir les caractéristiques du matériel de forage et de prélèvement intacts à utiliser.

Toutefois, le Maître de l'Ouvrage se réserve le droit d'exiger le remplacement de tout matériel qui ne répondrait pas aux exigences de qualité et de sécurité.

Article 6. Normes et règlements de référence

Tous les sondages et essais doivent être exécutés conformément aux règles de l'art et aux normes nationales et internationales en vigueur.

Toutes les prestations de reconnaissance in-situ et en laboratoire doivent être exécutées selon les DTR et normes suivants (à titre indicatif) :

- DTR B.C 2.32 « Méthodes de sondages et d'essais de sol » ;
- DTR B.C 2.33.1 « Règles de calcul des fondations superficielles » ;
- DTR B.C 2.33.2 « Méthodes de calcul des fondations profondes » ;
- DTR B.C 2.48 « Règles parasismiques algériennes –RPA 99/VERSION 2003 » ;
- DTR B.C 231 « Dénomination provisoire des sols et des roches » ;
- DTR B.C 21 « Principes généraux pour vérifier la sécurité des ouvrages » ;
- DTR B.E 1.1 « Travaux de sondages et d'essais de sols ».

Le Laboratoire et/ou ingénierie géotechnique est tenu d'exécuter toutes prestations objets du présent Appel d'Offres ou consultation conformément aux normes suivantes, ou normes équivalentes en vigueur. Faute d'absence de référentiel Algérien, le recours à la réglementation et normes étrangères est permis.

L'usage du Système International (SI) est obligatoire.

Référentiel normatif Algérien d'essais de sols et de reconnaissance

N°	Référence	Edition	Intitulé du document
1	NA 17281	2015	Sols : reconnaissance et essais – Essai de cisaillement rectiligne à la boîte – Partie 2 : cisaillement alterné.
2	NA 17276	2015	Sols : reconnaissance et essais – Essai statique de pieu isolé sous effort axial – Partie 2 : en traction
3	NA 16221	2015	Sols : reconnaissance et essais – Essai de compression uni-axiale
4	NA 16222	2015	Sols : reconnaissance et essais – Essai œdométrique – Partie 1 : essai de compressibilité sur matériaux fins quasi saturés avec chargement par paliers.
5	NA 17277	2015	Sols : reconnaissance et essais – Essai statique de pieu isolé sous effort transversal
6	NA 16203	2009	Sols- Reconnaissance et essais – Identification granulométrique – Méthode de tamisage par voie humide
7	NA 5251	2009	Sols : Reconnaissance et essais – Analyse granulométrie des sols – Méthode par sédimentation
8	NA 16200	2009	Sols : Reconnaissance et essais – Glossaire géotechnique – Définitions – Notations Symboles
9	NA 16215	2007	Sols : Reconnaissances et essais – Essai de dessiccation – Détermination conventionnelle de la limite de retrait sur le passant à 400 µm d'un matériau
10	NA 16214	2007	Sols : Reconnaissances et essais – Détermination de l'état de décomposition (Humification) des sols organiques – Essai VONPOST
11	NA 5232	2007	Sols : Reconnaissance et essais – Analyse granulométrique – Méthode par tamisage à sec après lavage.
12	NA 5206	2007	Sols : Reconnaissance et essais – Essai pressiométrique Ménard sans cycle et avec un cycle
13	NA 5262	2007	Sols : Reconnaissance et essais – Détermination des références de compactage d'un matériau – Essai Proctor normal – Essai Proctor modifié.
14	NA 5230	2007	Sols : Reconnaissance et essais – Détermination des masses volumiques minimale et maximale des sols non cohérents
15	NA 16216	2007	Sols : Reconnaissances et essais – Essai de dessiccation – Détermination effective de la limite de retrait sur un prélèvement non remanié
16	NA 16213	2007	Sols : Reconnaissances et essais – Détermination des limites d'ATTERBERG – Limite de liquidité – Méthode du cône de pénétration
17	NA 5231	2006	Sols : Reconnaissance et essais – Essai statique de pieu isolé sous un effort axial en compression
18	NA 16229	2007	Qualité du sol – Prétraitement des échantillons pour analyses physico-chimiques
19	NA 2788	2006	Qualité du sol – Détermination de la teneur pondérale en matière sèche et en eau – méthode gravimétrique
20	NA 5204	2006	Reconnaissance et essais géotechniques – Essais en place – Essai de pénétration dynamique
21	NA 16218	2006	Sols : reconnaissance et essais-Essai de cisaillement rectiligne à la boîte-Cisaillement direct
22	NA 2789	2006	Qualité des sols –Détermination de la teneur en carbonate – Méthode volumétrique
23	NA 16219	2006	Sols : reconnaissance et essais-Essai scissométrique en laboratoire
24	NA 16209	2005	Sols : Reconnaissance et essais – Détermination de la teneur pondérale en matières organiques d'un matériau – Méthode par calcination
25	NA 16212	2005	Sols : Reconnaissances et essais – Détermination de la teneur en eau pondérale des matériaux – Méthode à la plaque chauffante ou aux panneaux rayonnants.
26	NA 5288	2005	Sols : Reconnaissance et essais – Mesure de la capacité d'absorption de bleu de méthylène d'un sol ou d'un matériau rocheux – Détermination de la valeur de méthylène d'un sol ou d'un matériau rocheux par l'essai à la tâche
27	NA 16210	2005	Sols : Reconnaissances et essais – Détermination de la teneur en carbonate – Méthode du calcimètre

28	NA 16201	2005	Sols : Reconnaissance et essais – Description – Identification – Dénomination des sols – Terminologie – Eléments de classifications
29	NA 16211	2007	Sols : Reconnaissances et essais – Détermination de la teneur en eau pondérale des matériaux – Méthode de la dessiccation au four à micro-ondes
30	NA 2797	2007	Sols – Reconnaissances et essais – Essais en place – Essai de pénétration statique
31	NA 5211	1995	Sols : Reconnaissance et essais – Détermination de la teneur pondérale en matières organiques d’un sol – Méthode chimique
32	NA 5281	1995	Sols : Reconnaissance et essais – Coefficient de dégradabilité des matériaux rocheux
33	NA 5282	1995	Sols : Reconnaissance et essais – Coefficient de fragmentabilité des matériaux rocheux
34	NA 5229	2017	Sols : Reconnaissance et essais – Essai de pénétration au carottier (SPT)
35	NA 5228	1993	Sols : Reconnaissance et essais – Essai scissométrique en place
36	NA 5252	2017	Sols : Reconnaissance et essais – Indice CBR après immersion – Indice CBR immédiat – Indice portant immédiat – Mesure sur échantillon compacté dans le monde CBR
37	NA 5210	1992	Sols : Reconnaissance et essais – Détermination de la masse volumique des sols fins en laboratoire – Méthodes de la trousse coupante, du moule et de l’immersion dans l’eau
38	NA 5209	1992	Sols : Reconnaissance et essais – Détermination de la teneur en eau pondérale des matériaux – Méthode par étuvage
39	NA 5212	1992	Sols : Reconnaissance et essais – Détermination de la masse volumique des particules solides des sols – Méthode du pycnomètre à eau
40	NA 5249-2	2017	Reconnaissance et essais géotechniques – Essais géo hydrauliques – Partie 2 : essai de perméabilité à l’eau dans un forage en tube ouvert
41	NA 5249-4	2017	Reconnaissance et essais géotechniques – Essais géo hydrauliques – Partie 4 : essais de pompage

Article 7. Exigences techniques et qualité d’exécution

7.1 Sondages carottés

RELEVÉ DES NIVEAUX

Au cours des sondages, les niveaux de séparation des différentes couches, les niveaux de l’eau ainsi que les niveaux haut et bas des vides éventuellement rencontrés seront relevés et repérés par rapport au niveau du sol.

N.B : Le contenu de cet article est donné à titre indicatif. Il y a lieu de préciser les exigences en fonction de la nature de l’étude et du programme conformément aux normes de référence définies à l’article 6.

Ils seront obligatoirement rattachés au Nivellement Général de l’Algérie (NGA).

7.1.1 EXÉCUTION DES FORAGES

Les sondages, les prélèvements d’échantillons et les essais dans les forages devront être exécutés selon les procédés réglementaires approuvés par le Maître d’œuvre.

La description des échantillons prélevés dans les sondages carottés devra être effectuée par un géologue ou un ingénieur géotechnicien ayant une bonne connaissance de la nature des sols en place.

Selon les natures de sols et les profondeurs prévues pour les sondages, le Laboratoire et/ou ingénierie géotechnique devra prévoir la possibilité de faire un tubage télescopique afin de

réduire le frottement au tirage. Dans ce cas, le prélèvement devra être fait à un niveau inférieur à celui du bas du tube. Le tubage intérieur devra avoir un diamètre intérieur de quatre (04) pouces au moins et aussi un diamètre qui permettra le prélèvement des échantillons intacts et la réalisation des essais dans le forage.

Le nettoyage des trous par injection avant un essai ou un prélèvement d'échantillon est obligatoire. De fait, et avant tout prélèvement d'échantillons, le Laboratoire et/ou ingénierie géotechnique devra procéder au nettoyage de la surface sur laquelle le prélèvement est prévu, de façon à conserver la granulométrie du sol en place, et éliminer tous autres matériaux qui pourraient subvenir. Seule l'injection de l'eau latérale est admise. L'injection vers le fond est formellement interdite. La boue de forage (bentonite) est admise afin de stabiliser le trou du forage si la nature du sol et les conditions d'exécution l'exigent.

Le sondage devra être exécuté par percussion ou par rotation et l'injection d'une façon telle que le sol au-dessous du forage reste inaltéré pour les essais in-situ et le prélèvement des échantillons intacts. La portion du sol remanié au fond de sondage devra être curée avec soin et sans ébranler la zone de prélèvement prévue.

L'exécution des forages devra permettre au Chef de l'équipe d'enregistrer tous les échantillons de sol et les niveaux correspondants.

Une fois le forage terminé, les trous doivent impérativement être injectés par un coulis de ciment afin de rétablir la continuité des couches imperméables traversées.

7.1.2 PRELEVEMENT DES ECHANTILLONS

La méthode, le type et les dimensions des appareils seront déterminés en fonction de la nature du sol de façon à permettre de repérer les niveaux et de reconnaître la nature des couches traversées ainsi que la prise d'échantillons intacts. La méthode d'enfoncement des carottiers devra être celle qui conduit au remaniement le plus faible. L'enfoncement sera effectué sans aucune interruption ni mise en rotation du carottier avec une vitesse de fonçage qui sera réglée en fonction de la consistance du sol. Les échantillons devront être conservés pendant une durée minimum dele stockage des échantillons se fera de préférence sur chantier sous la responsabilité du Maître de l'Ouvrage qui mettra à la disposition du Laboratoire et/ou ingénierie géotechnique retenu un local clos et couvert où seront conservées les caisses d'échantillons prélevés.

Dans les couches cohérentes et/ou à la demande du Maître de l'Ouvrage ou son représentant, des échantillons intacts seront prélevés avec un écartement ne dépassant pas les six (06) mètres.

Pour exécuter les prélèvements dans les sols mous, le Laboratoire et/ou ingénierie géotechnique devra employer un carottier à parois minces (APM) ou à piston stationnaire.

Dans les couches dures et/ou à la demande du Maître de l'Ouvrage ou son représentant, le Laboratoire et/ou ingénierie géotechnique devra employer un carottier court à parois minces.

Dans les couches sans cohésion, les couches dures ou sur instruction du Maître de l'Ouvrage ou son représentant, des échantillons remaniés devront être prélevés en employant l'équipement nécessaire pour les essais SPT.

Les quantités d'échantillons prélevées devront être suffisantes pour permettre l'exécution des essais prévus en laboratoire.

7.1.3 CONSERVATION ET TRANSPORT DES ECHANTILLONS

Les sols extraits seront conservés soigneusement pour permettre une identification ultérieure. Les caisses d'échantillons avec couvercle, seront approvisionnées au droit de chaque sondage.

Chaque caisse doit être neuve et contenir au maximum cinq (05) compartiments distincts pouvant recevoir cinq (05) mètres de sol.

Toutes les carottes devront être déposées dans des caisses à carottes dans l'ordre de prélèvement du forage avec la carotte supérieure à gauche et de côté de la charnière du couvercle. Le remplissage se fait ensuite vers la droite côté fermeture. Une plaque intercalaire indiquant la profondeur devra être disposée entre les carottes à chaque changement de formation.

.....

7.1.4 COMPTE RENDU DE FORAGE

- **Fiche de Chantier**

Pour chaque forage, le Laboratoire et/ou ingénierie géotechnique est tenu d'établir une fiche de chantier où seront consignées toutes les observations et les données pouvant être faites en cours de forage (type du sondage date, outils utilisés, vitesse d'avancement, résistance de rotation, incidents etc.) ce document doit être tenu en permanence à la disposition du Maître de l'Ouvrage ou son représentant.

.....

7.1.5 STANDARD PENETRATION TEST (SPT)

Ces essais sont exécutés en interrompant le processus normal du sondage tous les 3m environ ou à la demande du Maître de l'Ouvrage ou son représentant.

Les essais SPT doivent être exécutés avec la cuillère fendue et le battage doit être exécuté en fond du trou pour éviter les pertes d'énergie des tiges. Le fond du trou doit être soigneusement nettoyé avant l'essai.

7.1.6 SONDAGES PRESSIOMETRIQUES

Le sondage pressiométrique consiste essentiellement en un essai de chargement direct du sol en place, effectué au sein même du terrain, qui présente l'avantage d'évaluer directement les caractéristiques mécaniques des sols en respectant les conditions naturelles du sol et en conservant la structure du matériau.

Les essais pressiométriques seront réalisés au droit des points indiqués sur le plan d'implantation (voir Plan.....)

Les essais devront être effectués selon la norme

Le mode opératoire, normalisé doit être scrupuleusement respecté. L'essai doit être effectué aussitôt après l'exécution du forage préalable. La paroi du forage ne doit pas être remaniée pour que l'essai soit bien représentatif du terrain étudié. La tenue des parois peut être assurée par la bentonite ou tout moyen efficace, sous réserve que les sols sous-jacents ne soient pas contaminés.

Sans brutaliser le sol, la mise en pression doit s'effectuer par palier d'une durée d'une minute.

L'utilisation du type fendu direct est strictement interdite.

Les forages pressiométriques devront être exécutés par passes ne dépassant pas cinq (05) mètres.

Le but des essais est d'obtenir un profil pressiométrique contenu.

Le Laboratoire et/ou ingénierie géotechnique est tenu de fournir la courbe (Pression, Volume) de chaque essai réalisé, ainsi que les résultats de chaque essai (Pression Limite, Pression de Fluage, Pression Initiale, Module pressiométrique).

Des coupes stratigraphiques seront dressées pour chaque sondage indiquant les différentes couches rencontrées et les résultats des essais pressiométriques.

7.2 ESSAIS DE LABORATOIRE

Les essais de laboratoire doivent être conduits conformément aux normes en vigueur.

Le Laboratoire et/ou ingénierie géotechnique est tenu de présenter, pour chaque essai, une description de l'échantillon intact lors de son extraction de la caisse à carottes.

Un rapport d'interprétation des résultats sera joint aux analyses. Pour l'analyse de l'eau, le rapport doit déterminer le degré d'agressivité de l'eau pour le béton de ciment portland et pour l'acier non traité.

- **POSE DES PIEZOMETRES** :.....

- **RAPPORT JOURNALIER LOG** :.....

Article 8 : Exécution des travaux et prestations

Le Laboratoire et/ou ingénierie géotechnique a l'obligation d'exécuter les travaux et prestations objet de cette consultation dans les délais impartis tels que défini dans les documents contractuels et conformément aux Prescriptions Techniques ci-dessus indiquées, à savoir:

- L'exécution des forages et essais in-situ;
- Les essais de laboratoire;
- Les rapports de résultats intermédiaires
- Le Rapport d'interprétation de Synthèse.
- L'implantation des sondages est à la charge du Laboratoire et/ou ingénierie géotechnique.

Article 9: Documents à remettre par le Laboratoire et/ou ingénierie géotechnique

Le Laboratoire et/ou ingénierie géotechnique est tenu de remettre au Maître de l'Ouvrage, au début de chaque semaine à partir de la deuxième semaine à compter de la date de l'ODS, les résultats des essais effectués in situ et au laboratoire relatifs aux sondages.

Article 10 : installation de chantier

Dès la réception de l'ordre de service (ODS), le Laboratoire et/ou ingénierie géotechnique doit commencer l'installation du chantier. Il doit soumettre à l'agrément du Maître de l'Ouvrage son projet d'installation de chantier qui devra comporter notamment:

- L'aménagement des surfaces et la préparation des aires pour l'installation des équipements et la réalisation des sondages ;
- Aménagement des aires pour le stationnement du matériel ;

Les dispositifs de stockage et conservation des échantillons ;
La mise en place de toutes les dispositions nécessaires à la réalisation des prestations prévues.

Il appartient au Laboratoire et/ou ingénierie géotechnique, à ses frais, de réaliser toute alimentation en matières de consommables (eau, énergie, téléphone et autres) nécessaires au fonctionnement du chantier.

Article 11 : Enlèvement du matériel et des matériaux en fin de chantier

Au fur et à mesure de l'avancement des prestations, le Laboratoire et/ou ingénierie géotechnique doit procéder, dans un délai préalablement fixé par un Ordre de Service et à ses frais, au dégagement, au nettoyage et à la remise en état des emplacements relevant du Domaine public, qui auraient été mis à sa disposition par le Maître de l'Ouvrage pour l'exécution des prestations. En ce qui concerne les emplacements pour les installations de chantier, le Laboratoire et/ou ingénierie géotechnique devra se conformer aux instructions du Maître de l'Ouvrage pour l'exécution de ces opérations dans un délai ne dépassant pas Quinze (15) jours à dater de l'achèvement des travaux.

A défaut d'exécution de tout ou partie de ces opérations dans les conditions présentes, le Maître de l'Ouvrage se réserve le droit de faire procéder aux risques et périls et aux frais du Prestataire, après une mise en demeure restée infructueuse pendant un délai de Dix (10) jours, à l'enlèvement d'office suivant les cas de tous matériels, installations, matériaux, décombres en déchets non enlevés.

Article 12 : protection des ouvrages existants

Le Laboratoire et/ou ingénierie géotechnique protégera les installations existantes de toutes sortes contre tout dommage ou détérioration de fonctionnement

12.1 PROTECTION DES VOIES

Le Laboratoire et/ou ingénierie géotechnique devra prendre toutes les dispositions pour que ses engins ne dérangent pas les voies empruntées.

Il aura à sa charge l'entretien et le nettoyage permanent des voies empruntées.

12.2 PROTECTION DES CABLES ET CANALISATIONS

Le Laboratoire et/ou ingénierie géotechnique devra avant tout commencement des prestations rechercher et protéger les canalisations enterrées existantes éventuelles dans les zones concernées par le chantier des reconnaissances de sols.

Au cas où le personnel ou les engins du Laboratoire et/ou ingénierie géotechnique causeraient un dommage à ces canalisations ou câbles, les travaux de réparation seront exécutés à ses frais.

Pièces annexes

**LISTE NOMINATIVE DU PERSONNEL
A METTRE A LA DISPOSITION DU PROJET**

N°	Nom et prénom	Qualification Fonction dans le projet	Diplôme	Expérience (années)

N.B : Joindre obligatoirement les CV détaillés, signés conjointement par le titulaire et le soumissionnaire, des copies certifiées conformes au originaux des diplômes des INGENIEURS et TECHNICIENS proposés ci-dessus, ainsi que les actes d'engagements certifiés conformes et la dernière déclaration CNAS ou portant le cachet de celle-ci.

Fait à..... Le.....
Signature et cachet du
soumissionnaire

LISTE DU MATERIEL A UTILISER SUR CHANTIER

N°	Désignation de l'équipement	Date d'acquisition	Marque	Capacité

N.B. : Document à retourner au Maître de l'Ouvrage dûment rempli et signé
Joindre des copies des pièces justificatives portant la mention « certifiées exactes » avec signature et cachet du soumissionnaire (carte grise, contrat de location, contrat de leasing, facture d'achatetc).

Fait à..... Le.....

Signature et cachet du
soumissionnaire

BORDEREAU DES PRIX UNITAIRES

N	Désignation des travaux	U	P-U (DA)
ESSAIS IN-SITU SONDAGES CAROTTES			
1	Sondages carottés de.....m de profondeur. Le mètre linéaire :	ml	.....
2	Essais SPT avec prélèvement et conservation des échantillons. L'unité :	U	.....
3	Pose de Piézomètres L'unité :	ML	.....
4	.....	.....	.....
5	.....	.....	.....
6	.....	.....	.....
ESSAIS EN LABORATOIRE			
..	Analyse granulométrique complète L'unité :	U	.....
..	Limites d'Atterberg L'unité :	U	.....
..	Teneur en eau	U	.....
..	Poids volumique total	U	.....
..	Densité spécifique	U	.....
..	Teneur en CaCo ₃	U	.....
..	Essais de cisaillement rectiligne	U	.....
..	Essais triaxial CU avec mesure de pression interstitielle	U	.....
..	Essai de consolidation à l'oedomètre comprenant un cycle complet de chargement et de déchargement	U	.....
..	Essais chimiques sur les sols et l'eau de la nappe phréatique • teneur en chlorure • teneur en sulfate • valeurs du PH (acidité et alcalinité).	U U	.....
..
..

SONDAGES PRESSIOMETRIQUES			
..	Forage et essai de m de profondeur .....m. Le mètre linéaire :.....	ml	.....
..	Fourniture des profils pressiométriques avec courbes v-p de tous les essais. L'unité :.....	U	.....
..
..
..
ESSAIS GEOPHYSIQUES			
..	Essais Cross- hole L'unité :	U	.....
..	Essais Down - hole L'unité :	U	.....
..	Essais de profil sismique réfraction L'unité :	U	.....
..
..
..
AUTRES			
..
..
INTERPRETATION ET ETUDE DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES			
..
..

Fait à Le

Signature et cachet du soumissionnaire

DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

N	Désignation des travaux	U	Q	P-U	Montant
ESSAIS IN-SITU SONDAGES CAROTTES					
1	Sondages carottés de.....m de profondeur.	ml	.....	
2	Essais SPT avec prélèvement et conservation des échantillons.	U	.....	
3	Pose de Piézomètres	ML	.....	
4	.....	.....	.....
5	.....	.....	.....
6	.....	.....	.....
ESSAIS EN LABORATOIRE					
..	Analyse granulométrique complète	U	.....	
..	Limites d'Atterberg	U	.....	
..	Teneur en eau	U	.....	
..	Poids volumique total	U	.....	
..	Densité spécifique	U	.....	
..	Teneur en CaCo3	U	.....	
..	Essais de cisaillement rectiligne	U	.....	
..	Essais triaxial CU avec mesure de pression interstitielle	U	.....	
..	Essai de consolidation à l'oedomètre comprenant un cycle complet de chargement et de déchargement	U	.....	
..	Essais chimiques sur les sols et l'eau de la nappe phréatique	U	.....	
	• teneur en chlorure	U			
	• teneur en sulfate	U			
	• valeurs du PH (acidité et alcalinité).				
..		
..		

SONDAGES PRESSIOMETRIQUES					
..	Forage et essai de m de profondeur .....m.	ml	.....	
..	Fourniture des profils pressiométriques avec courbes v-p de tous les essais.	U	.....	
..		
..		
ESSAIS GEOPHYSIQUES					
..	Essais Cross- hole	U	.....	
..	Essais Down - hole	U	.....	
..	Essais de profil sismique réfraction L'unité :	U	.....	
..		
..		
..		
AUTRES					
..		
..		
INTERPRETATION ET ETUDE DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES					
..		
..		

Fait à Le

Signature et cachet du soumissionnaire

Plan de masse (implantation des sondages)

Plan topographique

